

Carlos Eduardo Rustick

**ESTUDO DE METODOLOGIAS PARA DETERMINAÇÃO DE
MÃO DE OBRA DIRETA PARA EMPRESAS DO SETOR
ELÉTRICO**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Departamento de
Engenharia Elétrica e Eletrônica da
Universidade Federal de Santa Catarina
para a obtenção do título de Bacharel
em Engenharia Elétrica
Orientador: Prof. Jefferson Luiz Brum
Marques, PhD

Florianópolis
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Rustick, Carlos Eduardo

ESTUDO DE METODOLOGIAS PARA DETERMINAÇÃO DE MÃO DE OBRA
DIRETA PARA EMPRESAS DO SETOR ELÉTRICO / Carlos Eduardo
Rustick ; orientador, Jefferson Luiz Brum Marques, 2018.
104 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,
Graduação em Engenharia Elétrica, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Engenharia Elétrica. 2. Determinação de Tempos
padrão. 3. Determinação do valor Homem-Hora. 4. Mão de Obra
Direta. I. Marques, Jefferson Luiz Brum . II. Universidade
Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia
Elétrica. III. Título.

Carlos Eduardo Rustick

**ESTUDO DE METODOLOGIAS PARA DETERMINAÇÃO DE
MÃO DE OBRA DIRETA PARA EMPRESAS DO SETOR
ELÉTRICO**


Este Trabalho foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel
em Engenharia Elétrica e aprovado em sua forma final pela Banca
Examinadora

Florianópolis, 03 de dezembro de 2018.




Prof. Jean Viane Leite, Dr. Eng

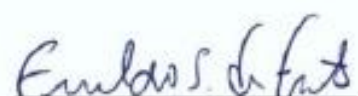
Banca Examinadora:



Prof. Jefferson Luiz Brum Marques, PhD
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Renato Lucas Pacheco, Dr. Eng.
Universidade Federal de Santa Catarina



Eng. Everaldo Silveira de Freitas, Eng. Eletricista
Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A. - CELESC

Dedico este trabalho àquelas pessoas
que tornaram toda essa jornada
possível.

AGRADECIMENTOS

Ao meu professor orientador, Prof. Jefferson L. B. Marques, que me ajudou de todas as maneiras possíveis para realizar este trabalho.

Aos meus familiares, que deram suporte durante toda a minha vida acadêmica.

Aos meus amigos, que cegamente me apoiaram na realização de um sonho que perdura por mais de 15 anos.

Aos meus companheiros de trabalho, que acreditaram no meu potencial e proporcionaram e fomentaram o início da minha carreira profissional.

À Universidade Federal de Santa Catarina, que me proporcionou o melhor ambiente alcançável para que toda esta construção de conhecimentos fosse possível, também por me pôr em contato com as mais variadas culturas e pensamentos possíveis.

O Gerenciamento dos Custos do Projeto preocupa-se principalmente com o custo dos recursos necessários para completar as atividades do projeto.

(Project Management Institute, 2017)

RESUMO

Determinar o custo de mão de obra direta para um serviço/projeto é crucial para que a empresa possua uma boa saúde financeira. Ao contrário de métodos de apontamento de mão de obra manual ou automático, métodos que são reféns do funcionário que está apontando, este trabalho propõe métodos cabíveis para aquisição de tempos padrão de atividades com o objetivo de se quantificar o tempo total de um serviço/projeto para que o mesmo tenha sua mão de obra quantificada através do método de determinação de custo de mão de obra direta. A metodologia para a determinação do tempo padrão foi desenvolvida juntamente com a Fundação Comitê de Gestão Empresarial e é resultado de uma adaptação entre as estimativas *Bottom-up*, paramétrica e Três Pontos. A estimativa de tempo foi aplicada em um caso real e o resultado foi uma atividade de 314,63 minutos com o custo (utilizando um funcionário padrão) de 99,27 unidades monetárias para a realização da atividade analisada. A aplicação da metodologia apresentou o resultado esperado e boa aceitação pelos gestores da empresa na qual foi aplicado o estudo.

Palavras-chave: Cronoanálise. Tempo padrão. Mão de obra direta.

ABSTRACT

Determining the cost of direct labor for a service/project is crucial so that the company may have good financial health. On the contrary of manual or automatic labor assignment, methods that depend on the worker that is assigning it, this project presents proper methods for acquisition of standard activity times with the goal to quantify the full time of a service/project so that it has its labor quantified, using the cost determination of direct labor method. The methodology to acquire the standard time was developed with the Comitê de Gestão Empresarial Foundation and it is a result of an adaptation between the Bottom-up estimates, parametric and Three Points. The time estimate was applied in a real case and the outcome was an activity of 314,63 minutes with the cost (using a standard worker) of 99,27 monetary units for the accomplishment of the analysed activity. The methodology application presented an expected outcome and good acceptance by the managers of the company that the study was applied.

Keywords: Chronoanalysis. Standart time. Direct labor.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Contexto que envolve um projeto.	31
Figura 2 - Tópicos para estimar duração de atividades.	33
Figura 3 – Apresentação gráfica da estimativa através do método PERT.	36
Figura 4 – Representação gráfica do método escolhido pelo autor.	39
Figura 5 - Ambiente de trabalho <i>CHRONO Analyzer</i>	48
Figura 6 - Histograma gerado pelo <i>software CHRONO Analyzer</i>	49
Figura 7 – (a) Procedimento a ser seguido pelo cronoanalista para executar a tomada de tempo. (b) Fluxograma a ser seguido pelo cronoanalista para aplicar cronoanálise. (c) Fluxograma a ser seguido pelo cronoanalista para aplicação da estimativa PERT.	54
Figura 8 – Construção da curva normal: Exemplo para Atividade Isolar Área.	59
Figura 9 – Construção da curva normal: Exemplo para Atividade Liberar Área.	59
Figura 10 - Configuração de uma atividade no SimPV.	72
Figura 11 - Visão geral SimPV.	73
Figura 12 – Reconstrução da curva normal do Evento 3 analisado no caso real.	78
Figura 13 – Reconstrução da curva normal do Evento 5 analisado no caso real.	80
Figura 14 - Histograma gerado pelo <i>CHRONO Analyzer</i> para o evento Preparar local de trabalho.	90
Figura 15 - Histograma Gerado pelo <i>CHRONO Analyzer</i> para o Evento Fixar o Medidor.	92
Figura 16 - Histograma gerado pelo <i>CHRONO Analyzer</i> para o evento Conexão e selamento do medidor.	94
Figura 17 - Histograma gerado pelo <i>CHRONO Analyzer</i> para o evento Fechamento técnico da instalação.	96
Figura 18 - Histograma gerado pelo <i>CHRONO Analyzer</i> para o Evento 1.	98
Figura 19 - Histograma gerado pelo <i>CHRONO Analyzer</i> para o Evento 2.	100
Figura 20 - Histograma gerado pelo <i>CHRONO Analyzer</i> para o Evento 4.	102
Figura 21 - Histograma gerado pelo <i>CHRONO Analyzer</i> para o Evento 6.	104
Figura 22 - Inserção de atividade no SimPV.	105
Figura 23 - Atividades introduzidas no SimPV.	105

Figura 24 - Relatório apresentado pelo <i>Software</i> Sim PV.	106
Figura 25 - Visão geral do SimPV configurado.....	106

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Probabilidade Z conforme a confiabilidade escolhida	41
Quadro 2 - Coeficiente d2 para o número de amostras N	41
Quadro 3 - Tolerâncias de trabalho que devem ser usadas para a cronoanálise.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características dos eventos envolvidos na instalação do medidor.	56
Tabela 2 - Determinação das tolerâncias dos processos cronoanalísáveis.	57
Tabela 3 - Valores resultantes da aplicação da cronoanálise.....	57
Tabela 4 - Valores de tempo para a aplicação da metodologia de Três Pontos no exemplo proposto. Valores de tempo em minutos decimais.	58
Tabela 5 - Resultados da aplicação da estimativa de três pontos.	60
Tabela 6 - Apuração de todos os tempos padrões para a instalação de um medidor.	60
Tabela 7 – Dados e resultado para Número Máximo de Horas.	65
Tabela 8 - Dados de cálculo e resultado da remuneração anual.	67
Tabela 9 - Dados totais de contribuições que devem ser pagos ao funcionário.	67
Tabela 10 - Encargos sociais básicos para o funcionário padrão.	69
Tabela 11 - Total de provisões para o funcionário padrão.	70
Tabela 12 - Valor total das despesas dos recolhimentos e provisões com o funcionário padrão.....	70
Tabela 13 - Características dos eventos envolvidos na realização do projeto em questão.	75
Tabela 14 – Disposição das tolerâncias avaliadas pelo cronoanalista... ..	76
Tabela 15 - Valores resultantes da aplicação da cronoanálise nas atividades.....	77
Tabela 16 - Resultados da aplicação da estimativa de três pontos para análise do evento 3. Valores de tempo em minutos decimais.	78
Tabela 17 - Resultados da aplicação da estimativa de três pontos para a análise do evento 5. Todos os valores e tempo apresentados são em minutos decimais.....	79
Tabela 18 - Apuração de todos os tempos padrão para a atividade analisada.....	81
Tabela 19 - Cálculo da MOD para todos os eventos relacionados para a atividade analisada.	81
Tabela 20 - Relatório gerado pelo <i>CHRONO Analyzer</i> para o evento Preparar local de trabalho.....	89
Tabela 21 - Relatório gerado pelo <i>CHRONO Analyzer</i> para o evento Fixar o medidor.	91
Tabela 22 - Relatório gerado pelo <i>CHRONO Analyzer</i> para o evento Conexão e selamento do medidor.	93

Tabela 23 - Relatório gerado pelo <i>CHRONO Analyzer</i> para o evento Fechamento técnico da instalação.....	95
Tabela 24 - Relatório gerado pelo <i>CHRONO Analyzer</i> para o Evento 1.	97
Tabela 25 - Relatório gerado pelo <i>CHRONO Analyzer</i> para o Evento 2.	99
Tabela 26 - Relatório gerado pelo <i>CHRONO Analyzer</i> para o Evento 4.	101
Tabela 27 - Relatório gerado pelo <i>CHRONO Analyzer</i> para o Evento 6.	103

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EPI – Equipamento de Proteção Individual

PCI – Placa de Circuito Impresso

PERT – Program Evaluation and Review Technique (Programa de Avaliação e Revisão Técnica)

MOD - Mão de Obra Direta

HH – Homem-Hora

FUNCOGE – Fundação Comitê de Gestão Empresarial

LISTA DE SÍMBOLOS

\$ Unidades monetárias

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	27
1.1	OBJETIVOS	28
1.1.1	Objetivo Geral.....	28
1.1.2	Objetivos Específicos	28
1.2	APRESENTAÇÃO DO TRABALHO.....	28
2	FORMAÇÃO DO PREÇO DE UM PROJETO/SERVIÇO	31
2.1	ESTIMATIVA DA DURAÇÃO DAS ATIVIDADES.....	32
2.1.1	Análise dos Métodos de Estimativa de Tempo Mais Utilizados.....	33
2.1.1.1	Método da Estimativa Análoga.....	34
2.1.1.2	Método da Estimativa Paramétrica	34
2.1.1.3	Estimativa dos Três Pontos	35
2.1.1.4	Método da Estimativa <i>Bottom-Up</i>	36
2.2	DETERMINAÇÃO DO PREÇO DA MÃO DE OBRA.....	37
2.2.1	Determinação do Valor HH Através de Histórico.....	37
2.2.2	Determinação do Valor HH Através de Estimativa	37
3	ESCOLHA E CONFIGURAÇÃO DO MÉTODO	UTILIZADO PARA DETERMINAR O TEMPO DE MÃO DE
	OBRA DIRETA.....	39
3.1	CONFIGURAÇÃO DO MÉTODO DA ESTIMATIVA	PARAMÉTRICA
		39
3.1.1	Estudo de Tempos Através da Cronoanálise e <i>Software</i>	Escolhido
		40
3.1.1.1	Determinação do Número de Tomadas de Tempo Necessárias	para cada Evento
		40
3.1.1.1.1	<i>Dependências do Tamanho da Amostra</i>	41
3.1.1.2	Definição de Tempo Padrão.....	42
3.1.1.3	Definição das Tolerâncias	43
3.1.1.4	Definição e Avaliação da Velocidade do Operador	45

3.1.1.5	Análise da Duração dos Eventos a Serem Cronoanalisados .	46
3.1.1.6	Determinação do <i>Software</i> Utilizado para Cronoanálise	47
		49
3.2	CONFIGURAÇÃO DO MÉTODO DOS TRÊS PONTOS – PERT	49
3.2.1	Escolha dos Operadores para a Aplicação do Método PERT	50
3.2.2	Número Mínimo de Operadores e Avaliação da Escolha do Tempo Padrão	50
3.2.3	Determinação dos Tempos Mínimo, Médio, Máximo e Desvio Padrão Através da Estimativa PERT	50
3.2.4	Procedimentos para Criação da Curva Normal Através dos Resultados PERT Utilizando o <i>Excel</i>	52
3.3	PROCEDIMENTO PADRÃO PARA APLICAÇÃO DO MÉTODO ESCOLHIDO	52
3.4	SIMULAÇÃO DA METOLOGIA	55
3.4.1	Passo a Passo e Atividades Desmembradas	55
3.4.2	Análise dos Tempos de Cronoanálise	56
3.4.2.1	Resultado da Cronoanálise.....	57
3.4.3	Análise dos Tempos por Método PERT	58
3.4.4	Resultado da Simulação Proposta	60
4	DETERMINAÇÃO DO CUSTO DA MÃO DE OBRA DIRETA	63
4.1	FORMULAÇÃO DO VALOR DO HOMEM-HORA	63
4.1.1	Apuração dos Custos Envolvidos no Homem-Hora Através do Levantamento de Horas de Trabalho	64
4.1.2	Apuração dos Custos Envolvidos no Homem-Hora Através de Incorporação Percentual	68
4.1.3	Escolha do valor HH Mais Adequado.....	71
4.2	<i>SOFTWARE</i> UTILIZADO PARA APURAR O CUSTO DE MÃO DE OBRA DIRETA DE UMA ATIVIDADE.....	72

5	SIMULAÇÃO DA METODOLOGIA DESENVOLVIDA	75
5.1	PASSO A PASSO E ATIVIDADES DESMEMBRADAS ..	75
5.2	ANÁLISE DOS TEMPOS DE CRONOANÁLISE.....	76
5.2.1	Resultado da Cronoanálise.....	76
5.3	ANÁLISE DOS TEMPOS POR MÉTODO PERT	77
5.3.1	Análise e Escolha do Operador Padrão Para a Aplicação da Metodologia PERT no Evento 3.....	77
5.3.2	Análise e Escolha do Operador Padrão Para a Aplicação da Metodologia PERT no Evento 5.....	79
5.4	DETERMINAÇÃO DA MOD PARA CASO REAL	81
6	CONCLUSÃO	84
	REFERÊNCIAS.....	86
	APÊNDICE A – Relatório Resultante da Cronoanálise Através do <i>Software CHRONO Analyzer</i> Para o Exemplo Proposto	89
	APÊNDICE B – Relatório Resultante da Cronoanálise Através do <i>Software CHRONO Analyzer</i> Para o Caso Real Analisado.....	97
	APÊNDICE C – Configuração e Resultado do <i>Software SimPV</i>.....	105

1 INTRODUÇÃO

Há uma ampla gama de fatores que influenciam a execução e a quantificação monetária de um projeto, sejam os recursos materiais, agentes externos e recursos humanos. Estes últimos têm um papel fundamental quando se quer apurar o valor preciso para a execução de um projeto qualquer.

No contexto de engenharia elétrica, principalmente nas áreas de projeto, a prática mais comum é se fazer o apontamento de mão de obra manual, processo no qual o funcionário aponta manualmente quantas horas do seu dia foram desprendidas para a realização de um determinado projeto.

Neste caso, surge uma falha, grave que é a dependência da índole e do desempenho do funcionário que está apontando suas horas, uma vez que não há maneiras eficazes de se controlar o apontamento da mão de obra.

Os apontamentos automáticos são outra maneira de determinar o recurso humano despendido para um projeto na área de engenharia elétrica, são os apontamentos automáticos. Como o próprio nome já sugere, a partir do momento em que o funcionário abre o *software* de projetos, um cronômetro passa a contabilizar as horas despendidas para aquela determinada atividade.

Para esta situação há um problema, que é a incapacidade do *software* em determinar se o funcionário está ou não de fato realizando algum trabalho associado à realização do projeto em questão.

Por isso, é necessário se criar uma metodologia de análise que seja mais precisa e fidedigna possível no tocante à determinação do recurso humano. Este trabalho utiliza os conhecimentos e expertise desenvolvidos durante os trabalhos realizados pelo autor para a Fundação Comitê de Gestão Empresarial – FUNCOGE – em empresas do setor elétrico.

Os recursos humanos para a realização de um projeto/atividade influenciam tanto no tempo típico para a realização de uma determinada atividade, quanto no seu custo final. Há, basicamente, duas maneiras desse recurso humano influenciar diretamente no preço final de um projeto. São elas: o tempo para a realização das atividades que compõem o projeto e o custo da mão de obra que realiza o projeto.

Determinar com precisão e confiabilidade o tempo de atividade e o valor da hora paga para realiza-la faz com que a empresa consiga analisar de maneira crítica os seus processos, uma vez que se consegue determinar quais são as etapas com prioridade e quais são os eventos que podem ser otimizadas. Esta otimização pode ser no melhoramento do

processo, com a finalidade de diminuir o tempo de atividade, ou pode ser na simplificação da atividade, para que uma mão de obra mais barata possa ser utilizada para realizar uma etapa em questão.

E são nessas duas premissas, tempo de atividade e valor da hora paga para fazê-la, que este trabalho irá focar.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Formatar e estabelecer um sistema capaz de captar e remunerar a mão de obra direta para a realização de um projeto/atividade de uma empresa do setor elétrico, através da apuração do tempo de realização de atividade e do valor padrão pago para um funcionário típico para a realização da atividade.

1.1.2 Objetivos Específicos

Desenvolver e apresentar, através dos trabalhos desenvolvidos pela FUNCOGE, um sistema estável, de alta confiabilidade e rastreabilidade para quantificar o tempo de mão de obra para realização de projetos/atividades, através da utilização de métodos utilizados na indústria que, comprovadamente, criam um tempo padrão para atividades que estejam bem definidas dentro dos processos de uma empresa.

Estabelecer um método que seja capaz de contabilizar os custos envolvidos na remuneração de um funcionário padrão durante um período de um ano, tentando estabelecer o valor pago pela empresa para manter a contratação do funcionário.

Desenvolver um sistema que remunere os tempos padrão da maneira mais fiel e determinística possível, através de métodos para levantamento de custo da mão de obra direta.

1.2 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

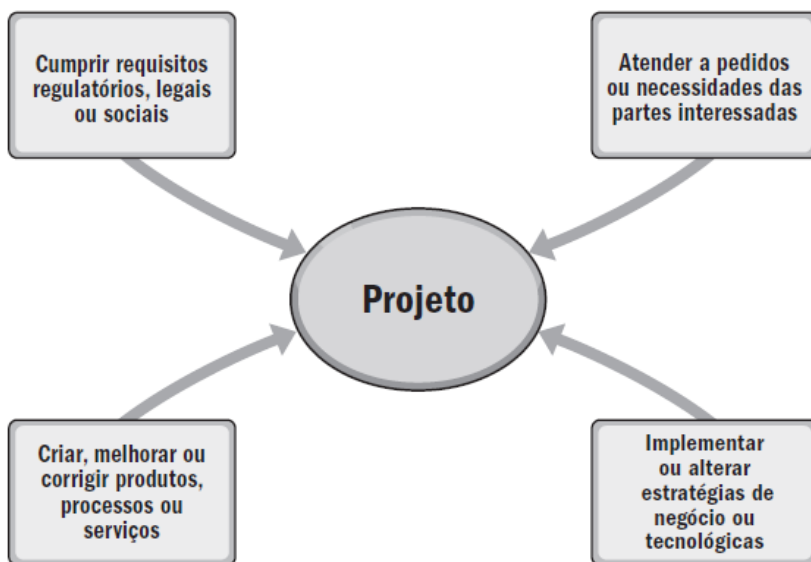
Neste Capítulo 1 é feita uma apresentação do tema e apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos do estudo. No Capítulo 2 é feito uma revisão bibliográfica das metodologias mais utilizadas para as estimativas de tempo de atividade, e das abordagens de quantificação do valor Homem-Hora. O Capítulo 3 apresenta a metodologia e o *software* escolhido para estimar o tempo padrão das atividades, além de uma exemplificação da aplicação da metodologia. No Capítulo 4 estão

contidas as informações que formulam e precificam o valor de Homem-Hora que será utilizado como padrão para o estudo de caso proposto e o *software* utilizado para contabilizar o valor das atividades analisadas. O Capítulo 5 contém todas as informações e análises feitas através da aplicação da metodologia proposta em um caso real de uma empresa do setor elétrico. O Capítulo 6 apresenta as conclusões e propostas para futuros trabalhos. Há, ainda, três apêndices que mostram os relatórios de cronoanálise do exemplo proposto (Apêndice A), os relatórios de cronoanálise do estudo de caso real (Apêndice B) e os relatórios resultantes da determinação da mão de obra direta para o estudo de caso proposto (Apêndice C).

2 FORMAÇÃO DO PREÇO DE UM PROJETO/SERVIÇO

Para se chegar ao valor final de um serviço oferecido, há uma gama de custos que devem ser computados, como os custos com EPIs – Equipamentos de Proteção Individual –, custos para manter o local em funcionamento, veículos, combustível, ferramentas para realização dos trabalhos e a apuração do valor da mão de obra para realizar este trabalho. Segundo o *Project Management Institute*, 2017, os encargos de um projeto influenciam diretamente na estrutura da empresa, pois os líderes respondem com a finalidade de manter a organização viável. A Figura 1 a seguir mostra o contexto que envolve um projeto.

Figura 1 – Contexto que envolve um projeto.



Fonte: *Project Management Institute* (2017).

Segundo Kroetz (2001, p.8-9),

A Contabilidade de Custos não se aplica somente às indústrias, sendo que é possível calcular Custos comerciais, de serviços, agrícolas, etc. Porém a ênfase maior é dada à atividade industrial, uma vez que é neste segmento seu maior campo de atuação (motivo esse que leva muitos a denominarem, erroneamente, a contabilidade de custos como sinônimo de contabilidade industrial).

É crucial que haja um levantamento completo dos custos que mantém a organização funcionando devidamente. Dentre as várias maneiras de se apurar, a aceita pela legislação comercial e fiscal brasileira, lei nº 6.404/76, art. 177, é o custeio por absorção, que consiste em apropriar todos os custos, diretos ou indiretos, fixos ou variáveis na incorporação do produto final, conforme Passarelli (2011, p.60) explica:

Quando, ao custear-se os produtos fabricados pela empresa, são atribuídos a esses produtos, além dos seus custos variáveis, também os custos fixos, diz-se que se está usando a modalidade de custeio por absorção.

Sendo assim, métodos de captação do custo de mão de obra direta – MOD - representam um papel fundamental na contabilização do custo da realização de um projeto, uma vez que este custo se dá pelo valor do Homem/Hora multiplicado pelo tempo da realização da atividade.

Segundo Júnior (2002, p. 9), o custo de MOD se dá pela multiplicação do tempo-homem pelo salário-hora do profissional direto, conforme a Equação (1) a seguir.

$$C_{MOD} = V_{HH} \times T_A \quad (1)$$

sendo:

C_{MOD} : Custo de Mão de Obra Direta para a realização da atividade.

V_{HH} : Valor Homem/Hora do profissional qualificado para a realização da atividade em questão.

T_A : Tempo da Atividade. Tempo estimado ou captado da atividade.

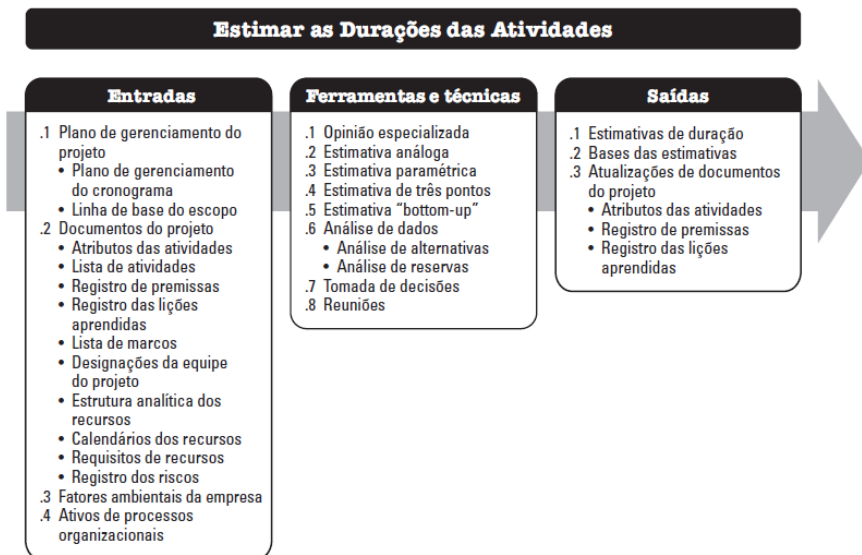
2.1 ESTIMATIVA DA DURAÇÃO DAS ATIVIDADES

Segundo *Project Management Institute* (2017, p.195),

Estimar as Durações das Atividades é o processo de estimativa do número de períodos de trabalho que serão necessários para terminar atividades individuais com os recursos estimados. O principal benefício deste processo é fornecer a quantidade de tempo necessária para concluir cada atividade. Este processo é realizado ao longo do projeto.

Ou seja, para se conseguir fazer uma boa estimativa de tempo para as atividades, uma série de fatores são cruciais. Todo este apanhado de informações está ilustrado na Figura 2 a seguir.

Figura 2 - Tópicos para estimar duração de atividades.



Fonte: *Project Management Institute* (2017).

Todos estes tópicos são importantes para a realização do projeto, cada um com suas devidas definições, porém o foco deste trabalho é demonstrar métodos que sejam viáveis para a estimativa do tempo de realização das atividades com foco em empresas do setor elétrico, como projetos/instalações de equipamentos.

2.1.1 Análise dos Métodos de Estimativa de Tempo Mais Utilizados

Existem basicamente quatro tipos de métodos que são utilizados para a captação/determinação do tempo de mão de obra agregado às atividades. Todos eles possuem níveis de robustez, precisão e custo de implementação diferenciados, que serão discutidos a seguir.

2.1.1.1 Método da Estimativa Análoga

Como o próprio nome diz, este método se baseia em experiências vividas em projetos/atividades já feitos pela companhia para se determinar um tempo/custo das atividades, segundo o *Project Management Institute* (2017).

Para este tipo de determinação, é necessário que haja no histórico da companhia algum projeto feito recentemente com determinada semelhança ao projeto novo, sendo que estes parâmetros para este tipo de projeto são orçamento, mesmo tipo de mão de obra, tecnologia semelhante, duração do projeto e complexidade.

No caso do setor elétrico, por exemplo, quando se está querendo determinar o tempo de soldagem de uma Placa de Circuito Impresso – PCI – consegue-se fazer um levantamento através do histórico e *expertise* da empresa para se determinar quanto tempo se desprende na soldagem da PCI.

Por se tratar de uma aproximação com base em projetos anteriores, apenas se consegue chegar em um valor aproximado de tempo para realização do projeto, sendo necessários ajustes com base na experiência do grupo ou do gerente, conforme os requisitos a serem cumpridos. Geralmente esse tipo de método é utilizado quando não há à disposição informações detalhadas do projeto. Dessa maneira, consegue-se uma boa aproximação através da estimativa análoga.

Este tipo de procedimento, apesar de ser o menos assertivo de todos que serão discutidos nesta seção, é bastante utilizado, pois não necessita de grandes análises ou de um alinhamento técnico entre vários profissionais para se chegar em uma estimativa de tempo. Geralmente o método análogo é aplicado quando há a solicitação de um orçamento, por exemplo. Evidentemente que, quando há requisitos de projeto extremamente semelhantes entre si, este método passa a ter uma maior confiabilidade.

2.1.1.2 Método da Estimativa Paramétrica

Conforme Montes (2017), utilizando-se de parâmetros que foram fixados previamente, com base no histórico de atividades da empresa ou através de medições feitas em ambiente controlado, consegue-se criar um algoritmo capaz de estimar com determinada precisão a duração de um projeto.

Por se tratar de um método estatístico, ou seja, utilizar valores de duração de atividades através de dados já medidos, consegue-se aprimorar

ainda mais a precisão deste tipo de método quando se relaciona com outros parâmetros de entrada do projeto, como quilômetro de rede, número de postes e assim por diante.

Utilizando uma linha de transmissão como exemplo, o que se pode fazer é previamente se ter medido o tempo para projetar uma torre. Sendo assim, quando há uma solicitação de projeto para uma obra de 35 torres, basta multiplicar o tempo de projeto de uma torre por 35, fazendo com que haja embasamento estatístico na estimativa de tempo, conforme o próprio *Project Management Institute* (2017, p.201) explica,

As durações podem ser determinadas quantitativamente através da multiplicação da quantidade de trabalho a ser executado pelo número de horas de mão de obra por unidade de trabalho.

Sua utilização é recomendada, pois produz altos níveis de exatidão e por possuir embasamento científico em seus resultados, sustentando-o em caso de questionamentos. Além disso, o método da estimativa paramétrica pode ser utilizado com outros modelos, o que resulta numa confiabilidade maior para a estimativa de tempo de projeto.

2.1.1.3 Estimativa dos Três Pontos

Mais conhecido como PERT – *Program Evaluation and Review Technique* (Programa de Avaliação e Revisão Técnica) –, este método utiliza a experiência dos envolvidos no projeto e procedimentos matemáticos através da média ponderada, conforme a Equação (2).

$$T_E = \frac{T_O + 4 \times T_M + T_P}{6} \quad (2)$$

sendo:

T_E : Tempo Estimado. Duração estimada da atividade, com base no método PERT.

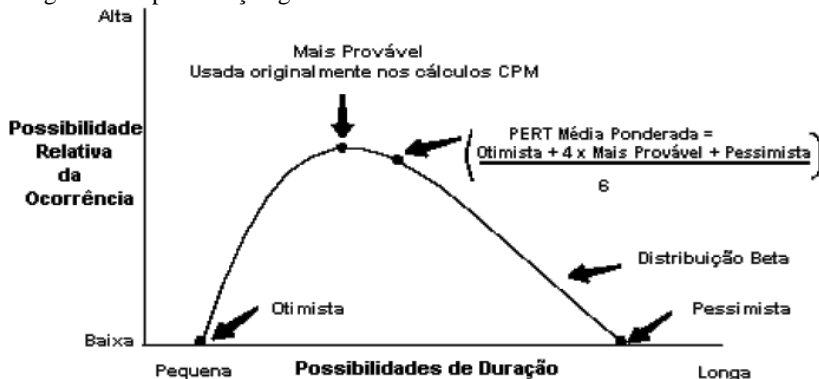
T_O : Tempo Otimista. Tempo de duração de uma determinada atividade através de uma hipótese onde há o melhor cenário possível.

T_M : Tempo Mais Provável. Duração de tempo que, conforme a *expertise* do operador, é apontada como a que ocorre com maior frequência.

T_p : Tempo Pessimista. Tempo da atividade no pior cenário possível, ou seja, condições de trabalho desafortunadas e alta complexidade para a solução dos problemas.

Conforme cita Santos (2014), o PERT foi elaborado para determinar o elemento tempo através de um método probabilístico com base na *expertise* dos funcionários. Por isso, em atividades em que haja uma determinada variabilidade, como a instalação de equipamentos eletrônicos (apesar de possuírem o mesmo fluxograma de processo, pode haver variabilidades na realização das atividades devido às exigências do local), o método PERT é o mais indicado. A Figura 3 apresenta graficamente o resultado da estimativa PERT.

Figura 3 – Apresentação gráfica da estimativa através do método PERT.



Fonte: *Project Management Institute* (2017).

2.1.1.4 Método da Estimativa *Bottom-Up*

Segundo o *Project Management Institute* (2017), este tipo de estimativa consiste na divisão de um projeto em tempos de atividades de menores durações, com o objetivo de diminuir o erro intrínseco em atividades de longa duração.

Com a decomposição do projeto em atividades menores, além de se diminuir o erro da estimativa, consegue-se um detalhamento do fluxo de atividades muito maior, fazendo com que surjam determinados procedimentos que tomam maior tempo para a realização do projeto, facilitando a proposição de soluções para a diminuição da mão de obra agregada ao projeto.

2.2 DETERMINAÇÃO DO PREÇO DA MÃO DE OBRA

Segundo *Project Management Institute* (2017, p.240),

Processo pelo qual se desenvolve uma estimativa dos custos dos recursos necessários para executar o trabalho do projeto. O principal benefício deste processo é que define os recursos monetários necessários para o projeto. Este processo é realizado periodicamente ao longo do projeto, conforme necessário.

A formulação do preço para a mão de obra pode ser analisada através de uma série de fatores e ser padronizada da maneira que mais convenha para a empresa em questão. Por uma questão de universalidade, será adotado o padrão para remuneração de mão de obra como valor Homem-Hora – HH –, que é amplamente utilizado em sistemas contábeis e financeiros.

O valor HH deve estar relacionado diretamente com os custos implícitos ao funcionário ou cargo em questão, sendo que a apuração deste valor se estratifica em duas maneiras, que serão discutidas na sequência.

2.2.1 Determinação do Valor HH Através de Histórico

Essencialmente aplicável em casos onde a empresa já possui uma ampla gama de funcionários e com um quadro estável, ou seja, baixa rotatividade, consegue-se, através de um histórico, o levantamento dos custos de pagamento de um cargo qualquer. Com isso, conforme Bomfim e Passarelli (2011), basta captar o montante total de um funcionário, determinar as suas horas trabalhadas e, em seguida, fazer a proporção do custo total em detrimento do total de horas trabalhadas, ou seja, o valor custo-hora, para determinar o HH.

A vantagem deste método é a facilidade para se tratar os dados e se ter um resultado de um caso real. As desvantagens são a necessidade de um quadro de funcionários estável e que a empresa possua uma estruturação financeira adequada para o levantamento destes valores.

2.2.2 Determinação do Valor HH Através de Estimativa

Segundo Bomfim e Passarelli (2011), este método consiste em determinar, através de levantamentos e pesquisas, quais são as horas típicas trabalhadas para um determinado cargo, quais são os encargos

envolvidos por lei e acordos relacionados à categoria e o cargo do funcionário. Com isso, consegue-se recriar, através de uma estimativa, o valor HH para a função desejada.

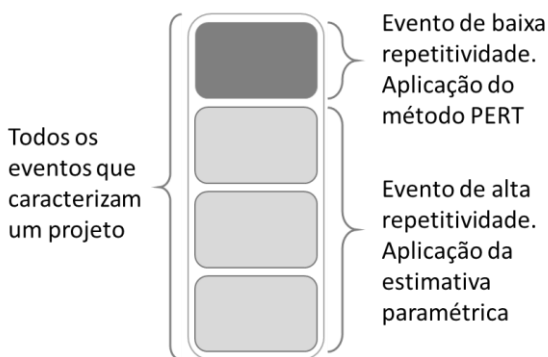
O ponto forte deste tipo de estimativa é que não se necessita de uma empresa já existente para se realizar os estudos, ou seja, pode-se determinar o valor HH antes mesmo de se ter uma empresa. O ponto fraco é que o valor encontrado pode não apresentar a fidedignidade necessária, uma vez que está usando apenas estimativas de valores envolvidos por lei e não valores que envolvem uma determinada região, que pode ter um maior ou menor índice oferta/demanda, fazendo com que os custos do funcionário sejam distorcidos.

3 ESCOLHA E CONFIGURAÇÃO DO MÉTODO UTILIZADO PARA DETERMINAR O TEMPO DE MÃO DE OBRA DIRETA

A partir da análise dos métodos mais utilizados no mercado, da ponderação entre facilidade de implementação e confiabilidade da estimativa e com base nos trabalhos desenvolvidos pela FUNCOGE em empresas do setor elétrico, optou-se pela utilização de um modelo híbrido, que atende três métodos citados no Capítulo anterior.

De uma maneira sucinta, o que foi decidido fazer foi utilizar o método *Bottom-Up* para decomposição das atividades em pequenos eventos, com tempos de atividades entre 1 até 35 minutos. Para a estimativa de tempo dos eventos, serão utilizados dois métodos que se complementam. O primeiro será o método da estimativa paramétrica para os eventos que possuem alta repetitividade e, como complemento, o método PERT será aplicado em eventos que não possuem um tempo padrão que se repete, ou seja, eventos que dependem de uma série de fatores externos. A Figura 4 a seguir mostra um esboço do procedimento.

Figura 4 – Representação gráfica do método escolhido pelo autor.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

3.1 CONFIGURAÇÃO DO MÉTODO DA ESTIMATIVA PARAMÉTRICA

Apesar de este tipo de estimativa possuir uma elevada confiabilidade, optou-se por configurá-lo de maneira que haja um maior embasamento estatístico e com uma elevada praticidade em sua aplicação prática. Por isso, será utilizada a cronoanálise para se estabelecer tempos-padrões das atividades

3.1.1 Estudo de Tempos Através da Cronoanálise e Software Escolhido

Segundo Peinado e Graeml (2007, p. 95),

[...]é a determinação, com o uso de um cronômetro, do tempo necessário para se realizar uma tarefa. O termo “cronoanálise” é bastante utilizado nas empresas brasileiras para designar o processo de estudo, mensuração e determinação dos tempos padrão em uma organização.

Amplamente utilizado para o estudo de tempos, a cronoanálise é caracterizada pelo uso da cronometragem direta de uma atividade para que, após a adição das tolerâncias, se consiga criar um tempo padrão. Dentre suas utilidades na indústria, pode-se citar:

- Estimativa do custo de produção de um produto;
- Determinação da capacidade de produção de um trecho de uma linha de produção;
- Análise de produção para ampliação da capacidade de produção da linha.

Por se tratar de um método estatístico, é necessário determinar o número de ciclos que deve ser repetido para que haja um universo com confiabilidade suficiente, tal que as sucessivas tomadas de tempo se tornem estatisticamente aceitáveis.

3.1.1.1 Determinação do Número de Tomadas de Tempo Necessárias para cada Evento

A seguir é apresentado a Equação (3) para se calcular o tamanho do universo amostral de maneira que haja sustentabilidade estatística.

$$N = \left(\frac{Z \times R}{E_r \times d_2 \times \bar{x}} \right)^2 \quad (3)$$

sendo:

N: Número de tomadas de tempo necessárias.

Z: Coeficiente de distribuição normal para a probabilidade escolhida.

R: Amplitude da amostra.

E_r : Erro relativo da aferição.

d_2 : Coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente.

\bar{x} : Média dos valores cronometrados.

Para a determinação dos valores de Z e d_2 , utilizam-se os Quadros 2 e 3.

Quadro 2 - Probabilidade Z conforme a confiabilidade escolhida.

Probabilidade	90%	91%	92%	93%	94%	95%	96%	97%	98%	99%
Z	1,65	1,70	1,75	1,81	1,88	1,96	2,05	2,17	2,33	2,58

Fonte: Peinado e Graeml (2007).

Quadro 1 - Coeficiente d_2 para o número de amostras N.

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D_2	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,970	3,078

Fonte: Peinado e Graeml (2007).

Para o desenvolvimento deste trabalho, visto que se procura determinar com a maior precisão prática possível o custo da mão de obra direta de uma atividade, será utilizada uma confiabilidade de 95%, com erro aceitável de 5%, ou seja, a partir do momento em que há o tempo padrão de uma atividade, 95% dos casos serão atendidos pelo estudo desenvolvido.

3.1.1.1.1 Dependências do Tamanho da Amostra

A Equação (3), que determina o tamanho da amostra, conforme explicado, possui uma série de variáveis que, dependendo da escolha tomada, vão tornar o número de amostras cada vez maior.

É imprescindível que haja uma determinação prudente na escolha dos fatores, uma vez que se deseja a maior confiabilidade possível. Entretanto, isto implica em espaços amostrais cada vez maiores, aumentando, assim, o tempo que se deve ficar cronometrando, com consequente aumento dos custos para a implementação do estudo. Por isso, seguem alguns pontos a serem discutidos na interpretação da fórmula.

- Z – Coeficiente de distribuição normal: determina o grau de confiança da amostra. Quanto maior a confiabilidade

desejada, maior o valor de Z . Por se situar no numerador e haver uma proporção quadrática, este coeficiente irá cada vez mais aumentar o espaço amostral. Para este estudo, será fixado em 95% de confiabilidade;

- R – Amplitude da amostra: determinada pela subtração entre o maior e o menor valor medido, o coeficiente R é fundamental para demonstrar que a atividade que está sendo medida é repetitiva e de alta reprodutibilidade, uma vez que um baixo valor de R , implica que maior é a padronização da atividade. Porém, se este coeficiente apresentar um valor alto, significa que é necessária uma nova divisão da atividade, pois há serviços diferentes que foram agrupados;
- E_r – Erro tolerável: determina qual é o percentual de erro que será tolerado. Este coeficiente tem papel fundamental no tamanho do espaço amostral e, conseqüentemente, na demora para se realizarem os estudos. Para este estudo, será fixado um erro tolerável de 5% nas amostras;
- \bar{x} – Média dos valores cronometrados. Média aritmética dos valores observados. Por se tratar de uma variável que se encontra no denominador da fórmula do número de tomadas de tempo, quanto maior o seu valor, menor será o espaço amostral necessário para o estudo. Em outras palavras, o tamanho da atividade cronometrada precisa ser consideravelmente grande para que o espaço amostral se torne cada vez menor e se torne mais fácil criar um tempo padrão.

3.1.1.2 Definição de Tempo Padrão

Comumente acontece um erro na interpretação de um tempo padrão, pois normalmente se escolhe um operador que é caracteristicamente ágil para se realizar os estudos de tempo ou, em outros casos, um operador que apresenta determinada lentidão para a realização dos trabalhos.

Na verdade, nenhum dos dois operadores são ideais para se realizar a cronoanálise, pois o que se quer medir é um tempo padrão que sirva de referência para que haja a maior taxa de reprodutibilidade possível. O que significa, na prática, que o trabalho de cronoanálise deve ser executado por um funcionário qualificado e bem treinado que, devido à sua experiência, já encontrou um ritmo de trabalho padrão e que pode ser

usado como referência. Apesar disso, o funcionário pode apresentar pequenas alterações, conforme explica Barnes (1977, p. 284):

O tempo requerido para a execução dos elementos de uma operação varia ligeiramente de ciclo para ciclo. Mesmo que o operador trabalhe a um ritmo constante, nem sempre executará cada elemento de ciclos consecutivos exatamente no mesmo tempo.

Não obstante, segundo Cury e Saraiva (2018), o tempo padrão deve incluir não só o tempo da realização da atividade, mas também deve incluir os tempos gastos com as paradas em função da fadiga, necessidades pessoais (como banheiro e higiene pessoal) e interrupções no trabalho que fazem parte da realização de um projeto (carregar um programa, por exemplo).

Em suma, o tempo padrão precisa do tempo cronometrado, da correção do ritmo do operador e das tolerâncias inerentes ao ambiente de trabalho. Por isso, o tempo padrão de uma atividade cronoanalisada será dado pela Equação (4)

$$T_P = T_C \times \frac{R}{100} \times \left(1 + \frac{T}{100}\right) \quad (4)$$

sendo:

T_P : Tempo Padrão. Utilizado como referência de tempo para a atividade em questão.

T_C : Tempo Cronometrado Tempo que foi registrado durante a cronometragem.

R : Ritmo. Ritmo do operador que foi observado.

T : Tolerâncias. Tolerâncias pertinentes à atividade.

3.1.1.3 Definição das Tolerâncias

São tempos que devem ser adicionados ao tempo padrão para que se englobe possíveis discrepâncias causadas pelo ambiente ou pelas atividades, conforme o Quadro 3 a seguir.

Quadro 3 - Tolerâncias de trabalho que devem ser usadas para a cronoanálise.

DESCRIÇÃO	%	DESCRIÇÃO	%
A. Tolerâncias invariáveis:		4. Iluminação deficiente:	
1. Tolerâncias para necessidades pessoais	5	a. ligeiramente abaixo do recomendado	0
2. Tolerâncias básicas para fadiga	4	b. bem abaixo do recomendado	2
B. Tolerâncias variáveis:		c. muito inadequada	5
1. Tolerância para ficar em pé	2	5. Condições atmosféricas	0-10
2. Tolerância quanto à postura		(calor e umidade) – variáveis	
a. ligeiramente desajeitada	0	6. Atenção cuidadosa	
b. desajeitada (recurvada)	2	a. trabalho razoavelmente fino	0
c. muito desajeitada (deitada, esticada)	7	b. trabalho fino ou de precisão	2
3. Uso de força ou energia muscular		c. trabalho fino ou de grande precisão	5
(erguer, puxar ou levantar)		7. Nível de ruído:	
Peso levantado em quilos		a. contínuo	0
2,5	0	b. intermitente – volume alto	2
5,0	2	c. intermitente – volume muito alto	5
7,5	2	d. timbre elevado – volume alto	5
10,0	3	8. Estresse mental	
12,5	4	a. processo razoavelmente complexo	1
15,0	5	b. processo complexo, atenção abrangente	4
17,5	7	c. processo muito complexo	8
20,0	9	9. Monotonia:	
22,5	11	a. baixa	0
25,0	13	b. média	1
27,5	17	c. elevada	4
30,0	22	10. Grau de tédio	
		a. um tanto tedioso	0
		b. tedioso	2
		c. muito tedioso	5

Fonte: Peinado e Graeml (2007).

- Tolerância para necessidades pessoais: percentual de tempo que deve ser adicionado para que sejam atendidas as necessidades pessoais do funcionário. Geralmente este tempo representa algo em torno de 25 minutos em uma jornada de 8 horas, portanto 5 %;
- Tolerâncias básicas para fadiga: adicional de tempo para que se possa aliviar a fadiga de uma jornada de trabalho;
- Tolerância para ficar em pé: adicional de tempo para atividades que exigem que o funcionário fique em pé;
- Tolerância quanto à postura: percentual adicional conforme a postura de trabalho do funcionário, que varia conforme o seu conforto durante a realização do trabalho;
- Tolerância por uso de força ou energia muscular: adicional de tempo proporcional ao peso que o funcionário precisa carregar para realizar a atividade em questão;

- Tolerância de iluminação: adicional proporcional à iluminação do ambiente que é fornecido para a realização das atividades;
- Tolerância de condições atmosféricas: tempo adicional conforme as condições do ambiente para realização das atividades, no tocante à umidade e à temperatura;
- Tolerância de atenção: adicional de tempo conforme o nível de atenção e engajamento do funcionário para realizar o trabalho;
- Tolerância ao nível de ruído: tempo que deve ser adicionado conforme o tipo de ruído existente no ambiente de trabalho;
- Tolerância ao estresse mental: conforme a complexidade do trabalho a ser realizado, deve-se considerar um percentual de tempo;
- Tolerância de monotonia: a partir da determinação do grau de monotonia, deve-se utilizar um adicional percentual para a atividade em questão;
- Tolerância ao grau de tédio: através da caracterização do nível de tédio deve ser adicionado um percentual para a atividade.

3.1.1.4 Definição e Avaliação da Velocidade do Operador

Conforme mostrado na Equação (4), o ritmo do operador acaba influenciando também na construção do tempo padrão da atividade. Por isso, o cronoanalista deve avaliar se a realização da atividade foi em um ritmo normal ou fora dos padrões. Porém, conforme Peinado e Graeml (2007), esta avaliação acaba sendo subjetiva, uma vez que o ritmo do operador será comparado com o próprio conceito de ritmo do cronoanalista. Assim, deve-se levar alguns fatores em conta que serão descritos a seguir.

Fatores que contribuem para um ritmo acima do normal:

- Operador teve sua atenção chamada pelo seu superior ou a uma repreensão por parte de seus superiores;
- O fato de o operador estar sendo observado e cronometrado por um outro profissional, fazendo com que o mesmo se sinta na obrigação de aumentar sua produtividade;
- O operador precisa realizar outras atividades durante o dia, fazendo com que seu ritmo acelere para cumprir com todos os seus *deadlines*.

- Momento do expediente inadequado. Geralmente nos últimos trinta minutos do expediente o operador passa a apresentar uma inquietação característica, o que faz que seu ritmo seja aumentado consideravelmente.

Fatores que fazem com que o ritmo do operador seja diminuído:

- O fato de haver um avaliador de tempo para as atividades pode fazer com que o operador diminua seu ritmo em prol de realizar menos trabalho durante a sua jornada;
- O operador pode ainda não possuir a destreza desejada para a função;
- Geralmente, operadores apresentam uma lentidão maior nos primeiros trinta minutos de cada turno;
- O operador pode estar com uma elevada fadiga, ou estresse mental, fazendo com que seu ritmo de trabalho diminua.

Por se tratar de uma avaliação subjetiva, é necessário que o cronoanalista esteja plenamente treinado e capacitado para avaliar as situações em que o operador apresenta um ritmo diferente do normal, conforme cita Peinado e Graeml (2007, p. 100),

[...]em outras palavras, o cronoanalista deve saber se um trabalhador está em ritmo lento ou acelerado da mesma forma que é possível perceber as pessoas andando na rua. É fácil observar quem está andando depressa, quem anda em velocidade normal e quem está andando mais devagar. Assim, se for convencionado que andar a 3 km/h é normal (100 %), então andar a 4 km/h equivale a um ritmo de 133 % e andar a 2 km/h equivale a um ritmo de 67 %.

Com isso, conforme Menezes (2010), o tempo cronometrado deve ser ajustado para cima quando estiver em uma velocidade acima do normal. Para uma velocidade abaixo do normal, o tempo deve ser ajustado para baixo.

3.1.1.5 Análise da Duração dos Eventos a Serem Cronoanalisados

Conforme explicado na Seção 3.1.1.1.1, o valor médio das amostras tem influência direta no tamanho do espaço amostral a ser medido. Por isso, deve-se fazer uma análise tendo como foco exclusivo

o tempo da atividade para determinar se há ou não a necessidade de desmembrar a mesma em duas ou mais etapas.

Quando o tempo de atividade for muito pequeno, há dois fatores que influenciam diretamente nos resultados da cronoanálise. O primeiro é o fato de o tempo médio das amostras, \bar{x} , estar diretamente envolvido na fórmula do espaço amostral, mostrado na Equação (3). Assim, se as amostras apresentarem um tempo muito curto, o espaço amostral irá ficar cada vez maior, tornando lenta a realização do estudo. Outro fator que envolve atividades de pequena duração é o próprio tempo que o cronoanalista leva para iniciar e finalizar a atividade, que acaba por influenciar no tempo padrão da atividade, diminuindo, assim, a sua fidedignidade. Cury e Saraiva (2018) abordam esse tipo de influência na atividade.

No caso de um tempo de atividade muito grande, apesar do espaço amostral diminuir drasticamente, há o problema de se envolver etapas de diversas complexidades em um mesmo estudo. Em outras palavras, por se tratar de uma atividade muito longa, pode ser que algumas etapas não sejam realizadas em um outro projeto parecido, impossibilitando que haja uma confiabilidade no estudo de caso.

Por isso, decidiu-se tomar como padrão, com base em estudos de casos anteriores e na experiência na aplicação do método por parte do autor deste trabalho, que as atividades a serem cronoanalisadas deverão ser maiores que 1 minuto e menores que 35 minutos.

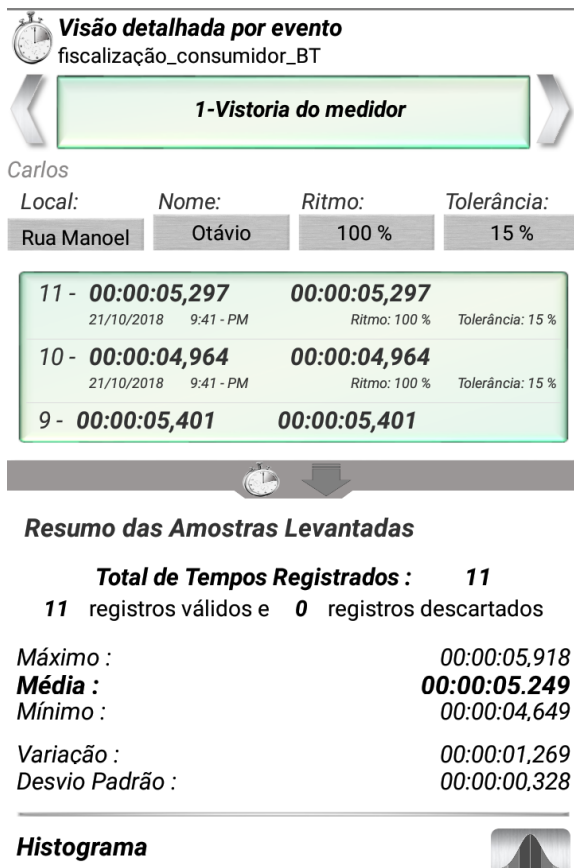
Com base nessa premissa, as atividades que possuem um tempo menor que um minuto deverão ser aglutinadas com outros eventos que serão cronoanalisados, enquanto que atividades com tempo maior que 35 minutos devem ser desmembradas em um maior número de etapas para então ser cronoanalisada. Se não houver uma maneira de desmembrar esta atividade, então se deve utilizar o método PERT para a estimativa da duração do tempo.

3.1.1.6 Determinação do *Software* Utilizado para Cronoanálise

Para a determinação dos tempos dos eventos deste trabalho de conclusão de curso, optou-se por utilizar um *software* que é capaz de fazer todo o estudo de cronoanálise e gerar relatórios rastreáveis e com embasamento estatístico chamado *CHRONO Analyzer*, desenvolvido pela NanoITE. Este *software* consegue também cronometrar vários eventos simultaneamente, calcular o tamanho da amostra em tempo real, determinar os tempos mínimo, médio e máximo do evento, tempo padrão,

tempo normal, além de mostrar o histograma dos tempos coletados. A Figura 5 a seguir apresenta o ambiente de trabalho do *CHRONO Analyzer*.

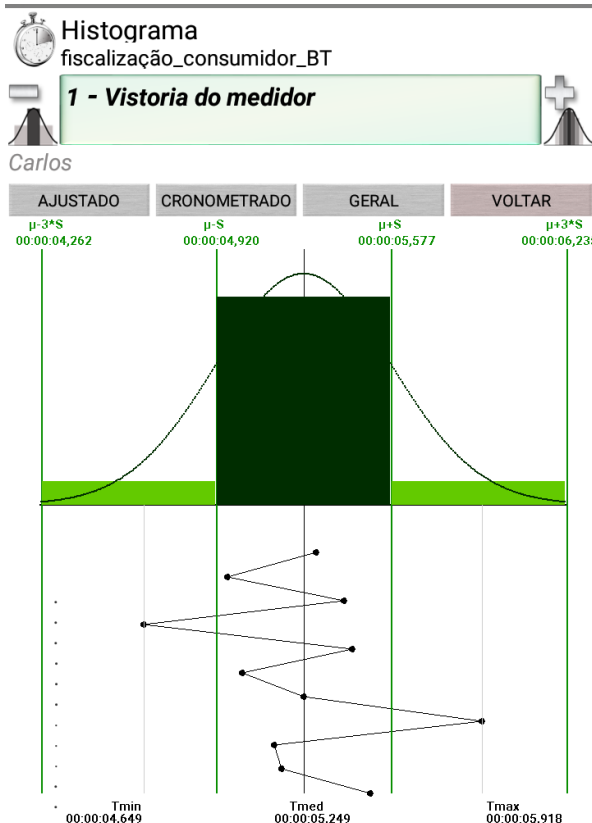
Figura 5 - Ambiente de trabalho *CHRONO Analyzer*.



Fonte: Elaborada pelo autor (2018).

Através do histograma mostrado na Figura 6 consegue-se, também, visualizar os *outliers* (duração de tempo que não condiz com a realidade da atividade, podendo caracterizar um erro de fabricação, por exemplo) dos eventos cronoanalizados, possibilitando que o cronoanalista questione o operador a respeito da natureza dos *outliers*. Geralmente estes tempos fora do padrão estão associados a algum mal funcionamento de uma máquina/software envolvido na atividade.

Figura 6 - Histograma gerado pelo *software CHRONO Analyzer*.



Fonte: Elaborada pelo autor (2018).

3.2 CONFIGURAÇÃO DO MÉTODO DOS TRÊS PONTOS – PERT

Os tempos de atividades através do PERT serão utilizados quando não há um padrão de repetitividade bem definido. Geralmente são atividades que caracterizam o mesmo procedimento, porém com execuções diferentes, como ir até o cliente. Conforme explicado na Seção 2.1.1.3, o método PERT utiliza a média ponderada e a experiência do funcionário para realizar uma estimativa de tempo de uma determinada atividade. Por isso, há uma série de fatores para serem tratados de maneira que haja a maior confiabilidade possível nas entrevistas realizadas.

3.2.1 Escolha dos Operadores para a Aplicação do Método PERT

Diferentemente dos procedimentos padrão da cronoanálise, onde se necessita de uma pessoa com tempo normal de operação e que já tenha encontrado seu ritmo natural, quando a determinação do tempo padrão é feita através da aplicação do método PERT, os tempos gerados serão embasados no *feeling* e na experiência do operador.

Uma vez que se busca três tipos de cenários diferentes com base no histórico do funcionário, é necessário que os entrevistados estejam perfeitamente capacitados, habilitados e inteiramente habituados com a atividade, necessitando uma experiência mínima na função de pelo menos um ano.

3.2.2 Número Mínimo de Operadores e Avaliação da Escolha do Tempo Padrão

Para se aumentar a fidedignidade da estimativa, a aplicação do método PERT deverá ser submetida a, pelo menos, dois operadores. Cada um dos operadores deve responder o questionário separadamente e, em seguida, os dados preenchidos devem ser comparados.

O tempo padrão determinado pelos funcionários deverá ser analisado conforme o perfil dos operadores, seguindo uma avaliação com base no tempo de experiência e ritmo do funcionário.

Após esta avaliação crítica, deve-se apresentar os resultados ao responsável de cargo imediatamente superior aos funcionários entrevistados. Para que a escolha mais fidedigna resulte da avaliação do cronoanalista, deve haver um debate com os operadores entrevistados e o superior responsável da área.

O tempo que for elegido como tempo padrão para a atividade deverá ser utilizado na determinação do custo da mão de obra direta do projeto, sem haver a necessidade de se adicionar tolerâncias e ritmo, uma vez que a estimativa já está levando em conta o ritmo e produtividade da estimativa feita.

3.2.3 Determinação dos Tempos Mínimo, Médio, Máximo e Desvio Padrão Através da Estimativa PERT

Conforme discutido na Seção 2.1.1.3 e demonstrado na Equação (2), o tempo estimado através do método dos três pontos é determinado através de uma média ponderada dos três cenários possíveis. Além disso, com a finalidade de calcular os pontos extremos da curva e de se

determinar a sua variabilidade, conforme explica Stonner (2013), há um processo matemático que pode ser aplicado, conforme exposto nas Equações (5-7), a seguir.

Determinação do desvio padrão D:

$$D = \frac{T_P - T_O}{6} \quad (5)$$

sendo:

D : Desvio padrão. Medida de dispersão de dados em volta do valor determinado.

T_P : Tempo Pessimista. Tempo da atividade no pior cenário possível, ou seja, condições de trabalho desafortunadas e alta complexidade para a solução dos problemas.

T_O : Tempo Otimista. Tempo de duração de uma determinada atividade através de uma hipótese onde há o melhor cenário possível.

Determinação do tempo mínimo T_m :

$$T_m = T_E - (2 \times D) \quad (6)$$

sendo:

T_m : Tempo Mínimo. Menor valor de tempo aceitável para o método.

T_E : Tempo Estimado. Duração estimada da atividade, com base no método PERT.

D: Desvio padrão. Medida de dispersão de dados em volta do valor determinado.

Determinação do tempo máximo T_M :

$$T_M = T_E + (2 \times D) \quad (7)$$

sendo:

T_M : Tempo Máximo. Maior valor de tempo aceitável para o método.

T_E : Tempo Estimado. Duração estimada da atividade, com base no método PERT.

D: Desvio padrão. Medida de dispersão de dados em volta do valor determinado.

3.2.4 Procedimentos para Criação da Curva Normal Através dos Resultados PERT Utilizando o *Excel*

Através dos dados calculados, consegue-se recriar uma curva normalizada que mostra graficamente a distribuição de probabilidades dentro de uma determinada estimativa realizada.

Para a construção da curva é necessário que haja a média da amostra, ou seja, o valor de maior probabilidade que, no caso do método PERT, é o Tempo Estimado (T_E). Além disso, necessita-se do desvio padrão D, do número de pontos a serem calculados (que serão fixados em 50 pontos do gráfico) e do valor mínimo a ser calculado pelo *Excel* que, neste caso, será de seis desvios-padrão menor que o tempo T_E .

Após o cálculo dos valores, basta determinar a probabilidade associada ao ponto amostral e, em seguida, iniciar a função do *Excel* DIST.NORM para cada valor associado.

No *software Excel*, a função é caracterizada por DIST.NORM(X, Média, Desvio Padrão, Cumulativo), sendo:

- X: O valor cuja distribuição se deseja obter, neste caso, a própria probabilidade amostral.
- Média: A média aritmética da distribuição. Neste caso será utilizado o tempo PERT como ponto central da amostra
- Desvio Padrão: O desvio padrão da distribuição PERT.
- Cumulativo: Valor lógico que determina a forma da função. Se cumulativo for VERDADEIRO, DIST.NORM retorna a função cumulativa de distribuição; se for FALSO, retorna a função de probabilidade de massa. Neste caso, será utilizada a função de probabilidade de massa, ou seja, FALSO.

3.3 PROCEDIMENTO PADRÃO PARA APLICAÇÃO DO MÉTODO ESCOLHIDO

Conforme foi amplamente abrangido durante as seções anteriores, é imprescindível que se escolha um profissional de referência capacitado e bem habituado com os trabalhos em questão, uma vez que se deseja criar um tempo padrão de referência, sem que haja influências externas na amostra, havendo maior fidedignidade e sustentabilidade estatística para que as remunerações destas atividades se tornem o mais precisas possível.

Escolhido o operador de referência, deve-se, através de uma conversa com o profissional, desmembrar o projeto em questão em

pequenos eventos com início e fim claramente definidos. Em Anis (2010), o evento é a mínima porção mensurável possível, desde que haja uma duração suficiente para se tornar cronoanalísável.

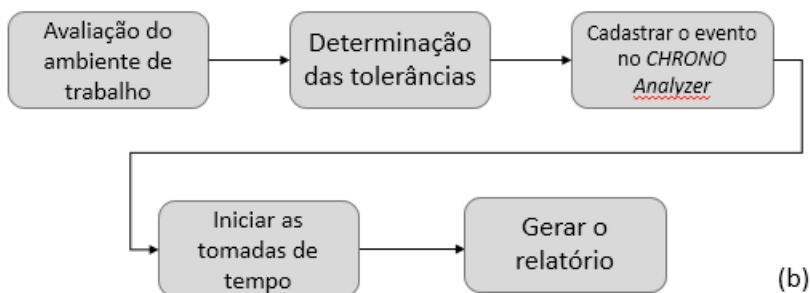
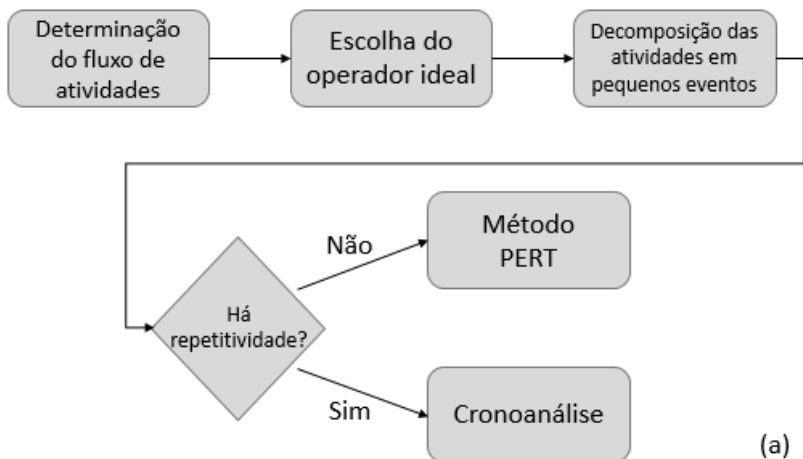
Realizando uma análise conjunta com o funcionário, deve-se verificar se o evento em questão possui uma padronização e repetitividade elevada. Com isso se consegue decidir se o evento em questão deverá ser analisado por cronoanálise (no caso de haver alta repetitividade) ou através da estimativa PERT (no caso de haver baixa repetitividade).

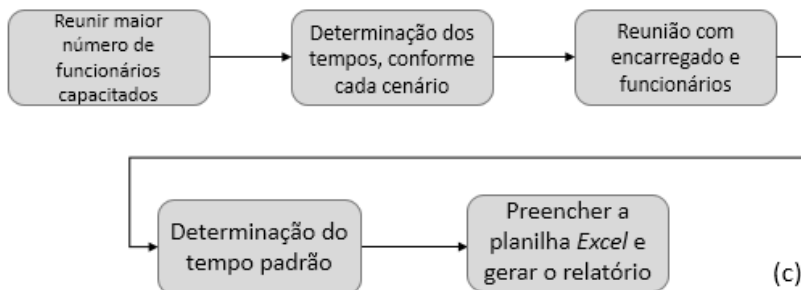
Se o evento for classificado como cronoanalísável, então deve-se avaliar o ambiente de trabalho e a complexidade do evento para se determinar as tolerâncias que formarão o tempo padrão da atividade, conforme discutido na Seção 3.1.1.3. Na sequência, o cronoanalista deverá cadastrar a atividade no aplicativo *CHRONO Analyzer* e iniciar as tomadas de tempo até que o aplicativo informe que a atividade convergiu. Em seguida, o cronoanalista, com base nas premissas da Seção 3.1.1.4, deverá determinar o ritmo do operador que realizou a atividade. Agora já existe um tempo padrão para a atividade e o cronoanalista deverá gerar o relatório disponível no aplicativo.

Caso o evento seja classificado como não cronoanalísável, então deve-se buscar ao menos mais um funcionário definitivamente capacitado e habituado para realizar a atividade, conforme as premissas da Seção 3.2.2. Em seguida, os operadores irão relatar qual o tempo despendido para realizar aquele evento específico, conforme os cenários definidos da Equação (2). Em seguida, juntamente com uma conversa com os operadores e o encarregado da área, deve-se determinar qual dos tempos estimados deverá ser usado como padrão.

A Figura 7 (a)-(c) apresenta o fluxograma a ser seguido pelo cronoanalista.

Figura 7 – (a) Procedimento a ser seguido pelo cronoanalista para executar a tomada de tempo. (b) Fluxograma a ser seguido pelo cronoanalista para aplicar cronoanálise. (c) Fluxograma a ser seguido pelo cronoanalista para aplicação da estimativa PERT.





Fonte: elaborada pelo autor (2018).

3.4 SIMULAÇÃO DA METODOLOGIA

Uma vez que há a proteção dos direitos dos dados levantados, decidiu-se fazer uma simulação com os procedimentos de instalação de um medidor de energia elétrica monofásico com a finalidade de demonstrar a metodologia. Todos os dados contidos na Seção 3.4 são meramente ilustrativos e desenvolvidos puramente pelo autor deste trabalho de conclusão de curso.

A proposta é analisar a instalação de um medidor de energia elétrica monofásico. Ou seja, todas as atividades relacionadas a fiscalizar, fixar e conectar o medidor de energia em seu devido local.

3.4.1 Passo a Passo e Atividades Desmembradas

Primeiramente, deve-se desmembrar a atividade em pequenos eventos, todos com começo e fim bem definidos. Para o caso da instalação de um medidor, tem-se os seguintes eventos com suas características expostos na Tabela 1.

Tabela 1 - Características dos eventos envolvidos na instalação do medidor.

Evento	Tempo estimado (min)	Há repetibilidade?	Justificativa	Método utilizado
Isolar a área	10	Não	A isolamento da área depende das características do local	Três pontos
Preparar local de trabalho	4	Sim	Há um padrão praticamente invariável	Cronoanálise
Fixar medidor	2	Sim	Há um padrão praticamente invariável	Cronoanálise
Conexão e selamento do medidor	4	Sim	Há um padrão praticamente invariável	Cronoanálise
Fechamento técnico da instalação	3	Sim	Há um padrão praticamente invariável	Cronoanálise
Liberar a área	10	Não	A liberação da área depende das características do local	Três pontos

Fonte: Elaborada pelo autor (2018).

Uma vez estimado o tempo de atividade e quais são as suas características, consegue-se aplicar o método mais indicado para a capitalização do tempo dos eventos.

3.4.2 Análise dos Tempos de Cronoanálise

Determinada a repetitividade do evento, e o mesmo possuindo tempo de análise entre 1 e 35 minutos, pode-se iniciar o processo de cronoanálise. Primeiramente, deve-se determinar as tolerâncias inerentes à atividade, que são listadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Determinação das tolerâncias dos processos cronoanalísáveis.

Tolerância	Característica	Valor (%)
Necessidades pessoais	-	5
Ergonomia	Adequada em sua maioria	1
Força física	De 1 à 5kg	2
Iluminação	Ligeiramente abaixo da recomendada	1
Condições ambientais	Muito inadequado	6
Monotonia	De 1 a 1,5 minutos/ciclo	1
Estresse mental	Processo de baixa complexidade	1
Esperas	-	2
TOTAL	-	19%

Fonte: Adaptado de *CHRONO Analyzer* (2018).

3.4.2.1 Resultado da Cronoanálise

A Tabela 3 apresenta com os resultados da simulação pelo método de cronoanálise.

Tabela 3 - Valores resultantes da aplicação da cronoanálise.

Evento	Tempo estimado (min)	Tempo médio crono (min)	Tempo padrão (min)	Tempo padrão decimal (min)
Preparar local de trabalho	5	04:01,124	04:46,937	4,78
Fixar medidor	4	02:01,139	02:24,156	2,40
Conexão e selamento do medidor	2	03:25,902	04:05,024	4,08
Fechamento técnico da instalação	4	02:45,178	03:16,562	3,28

Fonte: Elaborada pelo autor (2018).

Os relatórios gerados pelo *Crhono Analyser* e a análise completa dos dados resultantes da cronoanálise estão disponíveis no Apêndice A.

3.4.3 Análise dos Tempos por Método PERT

Agora, com as atividades que possuem uma característica de baixa repetitividade que, neste caso, são a isolamento e liberação da área de trabalho, deve-se aplicar o método dos três pontos com pelo menos dois funcionários devidamente habilitados e treinados para realizar a função.

Na Tabela 4 seguem os valores propostos para a aplicação do exemplo.

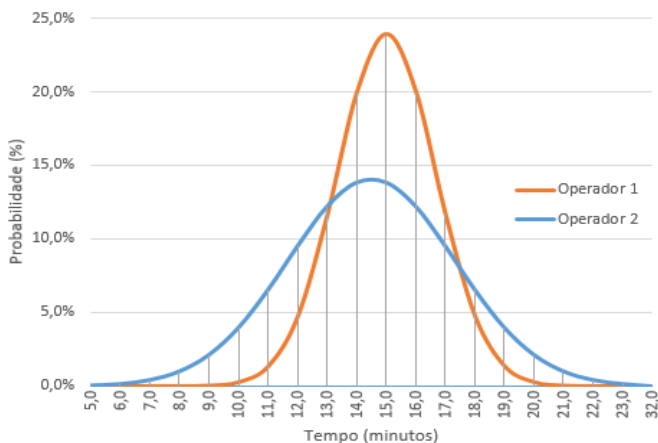
Tabela 4 - Valores de tempo para a aplicação da metodologia de Três Pontos no exemplo proposto. Valores de tempo em minutos decimais.

Tempos	Equação	Atividade Isolar Área		Atividade Liberar Área	
-	-	Operador 1	Operador 2	Operador 1	Operador 2
Tempo Otimista	T_O	10	8	8	9
Tempo Mais Provável	T_M	15	12	12	13
Tempo Pessimista	T_P	20	25	20	20
Tempo PERT (T_E)	$\frac{T_O + 4 \times T_M + T_P}{6}$	15,00	13,50	12,67	9,83
Desvio Padrão	$D = \frac{T_P - T_O}{6}$	1,67	2,83	2,00	13,50
Tempo Mínimo	$T_E - (2 \times D)$	11,67	7,83	8,67	17,17
Tempo Máximo	$T_E + (2 \times D)$	18,33	19,17	16,67	1,83

Fonte: Elaborada pelo autor (2018).

Como parte da validação dos dados, a Figura 8 apresenta a construção da curva normal de cada operador, conforme os dados exemplificados, no caso para o evento “Isolar área”.

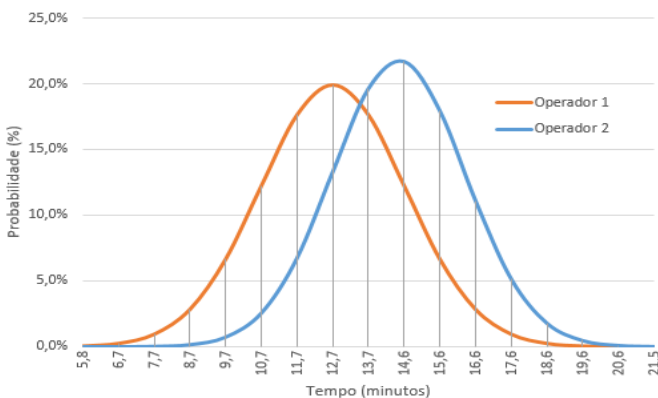
Figura 8 – Construção da curva normal: Exemplo para Atividade Isolar Área.



Fonte: Elaborada pelo autor (2018).

Da mesma forma a Figura 9 apresenta a construção da curva normal para o evento “Liberar área”.

Figura 9 – Construção da curva normal: Exemplo para Atividade Liberar Área.



Fonte: Elaborada pelo autor (2018).

Com base nas informações levantadas, deve-se escolher qual o operador ideal para cada atividade. Esta escolha deve ser feita levando em conta as características da distribuição normal de cada operador, juntamente com a *expertise* do gestor da área. Neste exemplo decidiu-se utilizar o Operador 1 como referência para a atividade “Isolar área” e o Operador 2 para a atividade Liberar área. O critério para este exemplo foi simplesmente considerar o operador que apresentou maior probabilidade na sua curva normal reconstruída.

Com isso, determina-se o tempo padrão para as atividades avaliadas a través da metodologia dos Três Pontos, conforme a Tabela 5.

Tabela 5 - Resultados da aplicação da estimativa de três pontos.

Evento	Tempo estimado (min)	Operador Escolhido	Tempo PERT (min)
Isolar a área	5	Operador 1	15,00
Liberar a área	4	Operador 2	9,83

Fonte: Elaborada pelo autor (2018).

3.4.4 Resultado da Simulação Proposta

A partir da aplicação dos métodos cabíveis, consegue-se determinar o tempo padrão de todos os eventos que caracterizam a instalação de um medidor de energia, conforme a Tabela 6.

Tabela 6 - Apuração de todos os tempos padrões para a instalação de um medidor.

Evento	Tempo estimado (min)	Método utilizado	Tempo padrão (min)
Isolar a área	5	Três pontos	15,00
Preparar local de trabalho	4	Cronoanálise	4,78
Fixar medidor	2	Cronoanálise	2,40
Conexão e selamento do medidor	4	Cronoanálise	4,08
Fechamento técnico da instalação	3	Cronoanálise	3,28
Liberar a área	3	Três pontos	9,83
TOTAL	-	-	39,37

Fonte: Elaborada pelo autor (2018).

Com isso, a partir da aplicação dos métodos relacionados neste trabalho, chega-se a um tempo de atividade para se instalar um medidor de energia de 39,37 minutos, considerando-se todas as condições ambientais e de fadiga para as atividades cabíveis deste tipo de tolerância.

4 DETERMINAÇÃO DO CUSTO DA MÃO DE OBRA DIRETA

Segundo SEBRAE (2013, p. 114),

A mão de obra direta é aquela relativa ao pessoal que trabalha diretamente na transformação da matéria prima em produtos ou subprodutos; portanto, deverá ser apropriada diretamente a cada produto, sem necessidade de rateios.

Ou seja, o foco é determinar o valor da mão de obra envolvida puramente com a realização da atividade. Não serão considerados os custos de mão de obra que estão envolvidos com trabalhos de supervisão e/ou suporte que tornam a atividade em si viável, geralmente tratada de mão de obra indireta.

Conforme demonstrado na Equação (1), a determinação da mão de obra direta de uma atividade é feita através da multiplicação do valor do tempo desprendido para se realizar a atividade e do valor Homem-Hora do funcionário que realiza a atividade.

4.1 FORMULAÇÃO DO VALOR DO HOMEM-HORA

A determinação do valor do Homem-Hora depende de uma série de fatores, todos eles ligados aos custos e categorias nos quais a empresa se classifica. No tocante do valor HH, será considerado não só o valor que empresa repassa ao funcionário, mas também um apanhado de encargos sociais firmados pela carteira de trabalho e previstos em lei pela Consolidação das Leis de Trabalho – CLT. Entre eles são os repousos semanais remunerados, férias, o 13º salário, contribuição INSS, feriados e faltas justificadas remuneradas. Além disso, existem os encargos firmados por acordos com os sindicatos representantes das categorias profissionais.

Sabendo da complexidade do levantamento desses dados, devido à obrigatoriedade de haver um estudo de caso específico da empresa e das características de CLT específicas do operador escolhido para realizar a atividade, com o objetivo de demonstrar o método, decidiu-se utilizar dois exemplos que possuem a formação de preço determinadas de maneiras distintas. O primeiro exemplo, disponível na Seção 4.1.1, é de um operário que foi demonstrado em Rocha (1992), sendo que os valores e cálculos que formulam o valor HH serão extraídos deste trecho do livro. O segundo exemplo, disponível na Seção 4.1.2, foi retirado do desenvolvimento dos estudos em Tobias (2007).

4.1.1 Apuração dos Custos Envolvidos no Homem-Hora Através do Levantamento de Horas de Trabalho

Conforme Rocha (1992), assumindo-se que o operário foi contratado por \$10,00 (dez unidades monetárias) por hora e que sua jornada será de 44 horas semanais de segunda à sábado, então a jornada diária máxima será determinada pela Equação (8).

$$J_M = \frac{J_T}{D_T} \quad (8)$$

sendo:

J_M : Jornada Máxima.

J_T : Jornada de Trabalho.

D_T : Dias de Trabalho.

Portanto,

$$J_M = \frac{44}{6} = 7,333 \text{ horas}$$

Assumindo-se as configurações de trabalho do operário, tem-se uma jornada máxima de 7,33 horas ou 7 horas e 20 minutos.

Agora se consegue determinar o número máximo de horas que podem ser oferecidas pelo operador, através da Equação (9):

$$N_{Mh} = (N_{Td} - R_R^* - Fe_R - Fd_R) \times J_M \quad (9)$$

sendo:

N_{Mh} : Número Máximo de Horas oferecidas pelo trabalhador.

N_{Td} : Número total de dias por ano.

R_R^* : Repouso Semanais Remunerados.

Fe_R : Férias Remuneradas.

Fd_R : Feriados Remunerados.

J_M : Jornada Máxima.

*Quatro semanas das férias já deduzidas.

A Tabela 7 dispõe dos dados e resultados da Equação (9).

Tabela 7 – Dados e resultado para Número Máximo de Horas.

Variável	Valor (unidade)
N_{Td}	365 (dias)
R_R	48 (dias)
Fe_R	30 (dias)
Fd_R	12 (dias)
J_M	7,333 (horas)
N_{Mh}	2.016,7 (horas)

Fonte: Adaptado de Rocha (1992).

Portanto, com a determinação do número máximo de horas, consegue-se calcular a remuneração anual do empregado em questão, conforme as Equações (10-16).

Determinação do salário anual pago ao trabalhador:

$$S_A = N_{Mh} \times V_C \quad (10)$$

sendo:

S_A : Salário Anual pago ao trabalhador.

N_{Mh} : Número Máximo de Horas oferecidas pelo trabalhador.

V_C : Valor HH pago ao trabalhador.

O valor de repousos semanais por ano é dado por:

$$V_R = R_R \times J_M \quad (11)$$

sendo:

V_R : Valor de Repousos semanais por ano.

R_R : Repousos Semanais Remunerados.

J_M : Jornada Máxima.

O valor das férias remuneradas do trabalhador é obtido por:

$$V_F = Fe_R \times J_M \quad (12)$$

sendo:

V_F : Valor de Férias Remuneradas.

Fe_R : Férias Remuneradas.

J_M : Jornada Máxima.

A determinação do valor de 13º salário é dada por:

$$V_{13^\circ} = H_M \times V_C \quad (13)$$

sendo:

V_{13° : Valor pago referente ao 13º salário.

H_M : Horas totais em 30 dias.

V_C : Valor HH pago ao trabalhador.

O valor de adicional de férias é assim definido:

$$A_{CF} = \frac{V_F}{3} \quad (14)$$

sendo:

A_{CF} : Adicional Constitucional de Férias.

V_F : Valor de Férias remuneradas.

A determinação do valor pago com feriados remunerados é assim definida:

$$V_{Fd} = Fd_R \times J_M \quad (15)$$

sendo:

V_{Fd} : Valor pago com Feriados Remunerados.

Fd_R : Feriados Remunerados.

J_M : Jornada Máxima.

E, por último a remuneração anual é dada por:

$$V_{RA} = S_A + V_R + V_F + V_{13^\circ} + A_{CF} + V_{Fd} \quad (16)$$

sendo:

V_{RA} : Valor de Remuneração Anual.

S_A : Salário Anual pago ao trabalhador.

V_R : Valor e Repousos semanais por ano.

V_F : Valor de Férias remuneradas.

V_{13° : Valor pago referente ao 13º salário.

A_{CF} : Adicional Constitucional de Férias.

V_{Fd} : Valor pago com Feriados remunerados.

A Tabela 8 mostra os valores determinados pelas equações descritas.

Tabela 8 - Dados de cálculo e resultado da remuneração anual.

Variável	Valor (\$)
S_A	20.167,00
V_R	3.520,00
V_F	2.200,00
V_{13°}	2.200,00
A_{CF}	733,33
V_{Fd}	880,00
V_{RA}	29.700,33

Fonte: Adaptado de Rocha (1992).

Determinado o valor de remuneração anual do empregado, que neste caso é de \$29.700,33, consegue-se estimar o total de incidências devido às contribuições, conforme a Tabela 9.

Tabela 9 - Dados totais de contribuições que devem ser pagos ao funcionário.

Contribuição	Valor (%)
Previdência Social	20,0
Fundo De Garantia	8,0
Seguro-acidentes de trabalho	3,0
Salário-educação	2,5
SESI ou SESC	1,5
SENAI ou SENAC	1,0
INCRA	0,2
SEBRAE	0,6
TOTAL	36,8

Fonte: Adaptado de Rocha (1992).

Finalmente, consegue-se determinar qual será o valor HH para o funcionário em questão através da Equação (17).

$$V_{HH} = \frac{[V_{RA} \times (1 + C_T)]}{N_{Mh}} \quad (17)$$

sendo:

V_{HH} : Valor Homem-Hora.

V_{RA} : Valor de Remuneração Anual.

C_T : Contribuições Totais.

N_{Mh} : Número Máximo de horas oferecidas pelo trabalhador.

Desta forma,

$$V_{HH} = \frac{[29.700,33 \times (1 + 0,368)]}{2,016,7} = \$20,14$$

Portanto, com base nos cálculos apresentados através do exemplo demonstrado em Rocha (1992), o valor HH para o exemplo é de \$20,14.

4.1.2 Apuração dos Custos Envolvidos no Homem-Hora Através de Incorporação Percentual

Conforme determina Tobias (2007), é necessário levar em consideração na formulação do valor de HH os encargos, provisões e benefícios básicos, sendo que estes valores devem ser dispostos com a representatividade percentual em cima do salário base.

Ainda segundo Tobias (2007), os valores apresentados são hipotéticos e representam valores que são recorrentes no mercado de trabalho brasileiro.

Primeiramente, para corroborar com os valores do exemplo da Seção 4.1.1, deve-se calcular o salário base de um funcionário padrão que recebe \$10,00 por hora, conforme a Equação (18).

$$S_{PM} = NH_T \times V_C \quad (18)$$

sendo:

S_{PM} : Salário Pago Mensalmente ao trabalhador.

NH_T : Número de Horas Trabalhadas em trinta dias.

V_C : Valor HH pago ao trabalhador.

Supondo que a jornada de trabalho é de 44 horas semanais, ou seja, 176 horas por mês, tem-se:

$$S_{PM} = 176 \times 10 = \$1760,00$$

Portanto, o valor HH de \$10,00 significa \$1760,00 pagos ao funcionário ao término de um ciclo mensal típico.

Com o valor mensal pago ao funcionário, consegue-se determinar as incidências percentuais dos encargos sociais básicos que, segundo

Bitencourt e Teixeira (2008), são direitos do trabalhador previstos em lei (obrigatórios) que incidem sobre a folha de pagamento. Na verdade, são valores que o empregador deve pagar custeando programas sociais do empregado. A Tabela 10 apresenta os dados do funcionário padrão.

Tabela 10 - Encargos sociais básicos para o funcionário padrão.

Encargos Sociais Básicos	Valor (%) incidente no salário pago	Valor (\$)
INSS (Empresa)	20,00	352,00
Salário Educação	2,50	44,00
INCRA	0,20	3,52
SENAI	1,00	17,60
SESI	1,50	26,40
SEBRAE	0,60	10,56
Seguro Acidentes Trabalho	1,00	17,60
FGTS	8,00	140,60
TOTAL	26,80%	\$489,28

Fonte: Adaptado de Tobias (2007).

Ainda se consegue determinar as incidências percentuais das provisões envolvidas para o cargo. Segundo Jorge (2010), as provisões sevem para contabilizar a variação patrimonial que irá ocorrer, porém ainda não possuem um valor definido. No exemplo de Tobias (2007), os valores foram determinados conforme a Tabela 11.

Tabela 11 - Total de provisões para o funcionário padrão.

Provisões	Valor (%) incidente no salário pago	Valor (\$)
Provisão Indenização 40%	3,20	56,32
Provisão Férias	8,33	146,61
Provisão Abono Férias	2,78	48,93
Provisão Incid. Enc. Sociais Básicos (Férias / Abono)	3,20	56,32
Provisão Incid. FGTS (Férias / Abono)	1,24	21,82
Provisão para 13º Salário	8,33	146,61
Provisão Incid. Enc. Sociais Básicos (13º Sal.)	2,40	42,24
Provisão Incid. FGTS (13º Sal.)	0,93	16,37
Provisão Aviso Prévio (Estimando um Ano Perm. Empr.)	8,33	146,61
Provisão Incid. FGTS (Aviso Prévio)	0,93	16,37
Provisão Salário Doença	4,17	73,39
Provisão Incid. Enc. Sociais Básicos (Aux. Doença)	1,20	21,12
Provisão Incid. FGTS (Aux. Doença)	0,47	8,27
TOTAL	45,51%	\$800,98

Fonte: Adaptado de Tobias (2007).

Na sequência, determina-se o valor total das despesas da contratante com o funcionário padrão escolhido, conforme a Tabela 12.

Tabela 12 - Valor total das despesas dos recolhimentos e provisões com o funcionário padrão.

Total das Despesas com Mão de obra Direta	Valor (%) incidente no salário pago	Valor (\$)
Total Encargos Sociais Básicos	26,80	489,28
Total Provisões	45,51	800,98
Valor do salário nominal	100	1.760,00
TOTAL	180,31%	\$3.173,46

Fonte: Adaptado de Tobias (2007).

Uma vez determinada as despesas totais com mão de obra, que neste caso são de \$3.173,46 por mês, consegue-se calcular o valor HH para o exemplo proposto em Tobias (2007), conforme a Equação (19).

$$V_{HH} = \frac{V_{TMOD}}{NH_T} \quad (19)$$

sendo:

V_{HH} : Valor Homem-Hora.

V_{TMOD} : Valor Total de despesas com Mão de obra Direta.

NH_T : Número de Horas Trabalhadas em trinta dias.

Desta maneira, tem-se:

$$V_{HH} = \frac{3.173,46}{176} = \$19,83$$

Sendo assim, para o exemplo conforme as considerações de Tobias (2007), fica fixado o valor HH para o funcionário padrão em 19,83 unidades monetárias.

4.1.3 Escolha do valor HH Mais Adequado

Conforme demonstrado nas Seções 4.1.1 e 4.1.2, há uma infinidade de abordagens diferentes para se conseguir determinar o valor HH de uma empresa, uma vez que cada categoria trabalhista irá exigir diferentes configurações, tanto nos valores de despesa (periculosidade, por exemplo), quanto nos valores de horas trabalhadas (turno de seis horas, por exemplo).

Ambos valores de HH são, de alguma maneira, aplicáveis no cenário trabalhista brasileiro. Por isso, há a possibilidade de serem utilizados igualmente para fins de determinação do valor da mão de obra direta. Porém, o exemplo demonstrado em Tobias (2007), descrito na Seção 4.1.2, prevê, ainda, as provisões com os gastos do trabalhador, tornando este exemplo ainda mais fidedigno para a determinação de valor HH.

Portanto, determinou-se que o valor HH utilizado para este trabalho será o exemplificado por Tobias (2007) na Seção 4.1.2, uma vez que esta fonte é mais recente e apresenta uma formulação de cálculo mais prática. Desta maneira, fica fixado como tarifa padrão para este trabalho

o valor de \$19,83 para cada hora contabilizada pela captação da cronoanálise e/ou estimativa de três pontos.

4.2 SOFTWARE UTILIZADO PARA APURAR O CUSTO DE MÃO DE OBRA DIRETA DE UMA ATIVIDADE

Para aumentar a versatilidade e diversificar a sua aplicabilidade, decidiu-se apurar a mão de obra direta através do *software* chamado SimPV, desenvolvido pela CCAT Informática. Este *software* é gratuito e pode ser utilizado em qualquer *smartphone* com sistema operacional *Android*. A figura 10 mostra uma tela de configuração do SimPV.

Figura 10 - Configuração de uma atividade no SimPV.

Alteração

EXCLUIR CANCELAR SALVAR

Nome da Operação/Atividade

Parafusar carcaça

Informar

☒ Tempo para produzir uma unidade
Centesimal minutos, segundos

☐ Quantidade produzida por hora

1,00

Taxa/Custo Hora do Centro de Custos

20,14

Fonte: Elaborada pelo autor (2018).

A principal função do SimPV é determinar a formação e simulação do preço de venda de um produto qualquer, por isso, este aplicativo possui entradas para adicionar valores de tributação (Empresa Simples, lucro presumido e lucro real), margens de ganho (margem sobre mão de obra, materiais e percentual do valor final de produto), *markup* (tributações, despesas comerciais e outros), custo de produção (matéria prima, serviços de terceiros, MOD e mão de obra indireta) e

demonstrativo de variáveis. A Figura 11 apresenta uma visão geral do SimPV.

Figura 11 - Visão geral SimPV.



Fonte: Elaborada pelo autor (2018).

5 SIMULAÇÃO DA METODOLOGIA DESENVOLVIDA

Os dados que incorporam esta simulação foram obtidos em um caso real de uma empresa do ramo elétrico. Com a finalidade de se proteger os dados, todos os nomes de funcionários e atividades foram substituídos.

As atividades relacionadas neste capítulo fazem parte do fluxograma do projeto de um determinado produto, não necessariamente representando todas as atividades relacionadas para a realização do projeto em questão.

5.1 PASSO A PASSO E ATIVIDADES DESMEMBRADAS

Conforme conversado com o supervisor da área em questão e com o operador encarregado para realizar a atividade, foi feito o desmembramento da atividade de maneira que haja pequenos eventos com início e término bem definidos. O resultado é apresentado na Tabela 13.

Tabela 13 - Características dos eventos envolvidos na realização do projeto em questão.

Evento	Tempo estimado (min)	Há repetibilidade?	Justificativa	Método utilizado
1	1	Sim	Há um padrão praticamente invariável	Cronoanálise
2	5	Sim	Há um padrão praticamente invariável	Cronoanálise
3	60	Não	Atividade muito variável, depende dos requisitos	Três pontos
4	1,5	Sim	Há um padrão praticamente invariável	Cronoanálise
5	100	Não	Atividade muito variável, depende dos requisitos	Três pontos
6	20	Sim	Há um padrão praticamente invariável	Cronoanálise

Fonte: Elaborada pelo autor (2018).

Após a determinação das características das atividades, pode-se aplicar a metodologia de análise mais adequada, conforme exposto nas seções que se seguem.

5.2 ANÁLISE DOS TEMPOS DE CRONOANÁLISE

Uma vez determinado o tipo de evento que será realizado e aferido via cronoanálise, o cronoanalista que realizou esta tarefa determinou as tolerâncias para este estudo, conforme a Tabela 14 a seguir.

Tabela 14 – Disposição das tolerâncias avaliadas pelo cronoanalista.

Tolerância	Característica	Valor (%)
Necessidades pessoais	-	5
Ergonomia	Adequada em sua maioria	1
Força física	De 1 à 5kg	2
Iluminação	Ligeiramente abaixo da recomendada	1
Condições ambientais	Levemente inadequado	2
Monotonia	De 1 a 1,5 minutos/ciclo	1
Estresse mental	Processo de baixa complexidade	1
Esperas	-	2
TOTAL	-	15%

Fonte: Adaptado de *CHRONO Analyzer* (2018).

5.2.1 Resultado da Cronoanálise

Segue na Tabela 15 apresenta os resultados obtidos para a cronoanálise aplicada.

Tabela 15 - Valores resultantes da aplicação da cronoanálise nas atividades.

Evento	Tempo estimado (min)	Tempo médio crono (min)	Tempo padrão (min)	Tempo padrão decimal (min)
1	1	00:36,43	00:41,89	0,70
2	5	02:53,73	03:19,79	3,33
4	1,5	01:41,72	01:56,98	1,95
6	20	11:08,99	12:49,34	12,82

Fonte: Elaborada pelo autor (2018).

Os relatórios gerados pelo *Crhono Analyser* e a análise completa dos dados resultantes da cronoanálise estão disponíveis no Apêndice B.

5.3 ANÁLISE DOS TEMPOS POR MÉTODO PERT

No caso dos eventos que possuem uma característica de baixa repetitividade, foi aplicado o método dos três pontos com o apoio de cinco funcionários devidamente habilitados e treinados para realizar a função.

5.3.1 Análise e Escolha do Operador Padrão Para a Aplicação da Metodologia PERT no Evento 3

Seguem os dados e a análise resultante da aplicação da metodologia desenvolvida para o Evento 3, dispostos na Tabela 16.

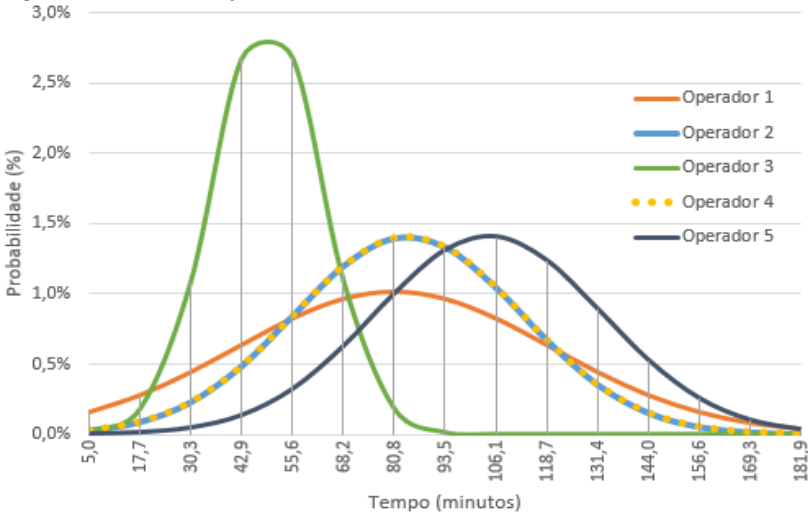
Tabela 16 - Resultados da aplicação da estimativa de três pontos para análise do evento 3. Valores de tempo em minutos decimais.

OPERADORES	1	2	3	4	5
Tempo Otimista	5	10	10	10	10
Tempo Mais Provável	60	60	30	60	90
Tempo Pessimista	240	180	90	180	180
Tempo Mínimo	2,50	15,00	10,00	15,00	35,00
Tempo Pert	80,83	71,67	36,67	71,67	91,67
Tempo Máximo	159,17	128,33	63,33	128,33	148,33
Desvio Padrão	39,17	28,33	13,33	28,33	28,33

Fonte: Elaborada pelo autor (2018).

Em seguida, foi construída a curva Normal através dos dados levantados na entrevista, conforme apresentado na Figura 12.

Figura 12 – Reconstrução da curva normal do Evento 3 analisado no caso real.



Fonte: Elaborada pelo autor (2018).

Neste caso, através de uma análise conjunta com o gestor da área, decidiu-se utilizar o Operador 1 como padrão. Apesar de outros operadores apresentarem uma curva probabilística mais interessante do ponto de vista da probabilidade, o Operador 1 é mais experiente na execução do Evento 3 e, por isso, o gestor optou pela escolha deste operador.

Analisando o gráfico da Figura 12, daria para concluir que o Operador 3 seria o mais indicado para representar o padrão da atividade, uma vez que este apresenta uma maior concentração de probabilidade perante aos outros operadores. Porém, na realidade, o Operador 1 é o mais experiente no Evento 3, e isto se reflete graficamente, uma vez que o mesmo apresenta o maior Tempo Máximo e Mínimo, ou o maior desvio padrão associado à entrevista. Isto ocorre porque, sendo o mais experiente, o Operador 1 passou pelos mais diferenciados cenários possíveis, tanto em complexidade, quanto em erros que tornaram o procedimento mais demorado. Por isso o tempo foi fixado em 80,83 minutos.

5.3.2 Análise e Escolha do Operador Padrão Para a Aplicação da Metodologia PERT no Evento 5

Seguem os dados e a análise resultante da aplicação da metodologia desenvolvida para o Evento 5, dispostos na Tabela 17.

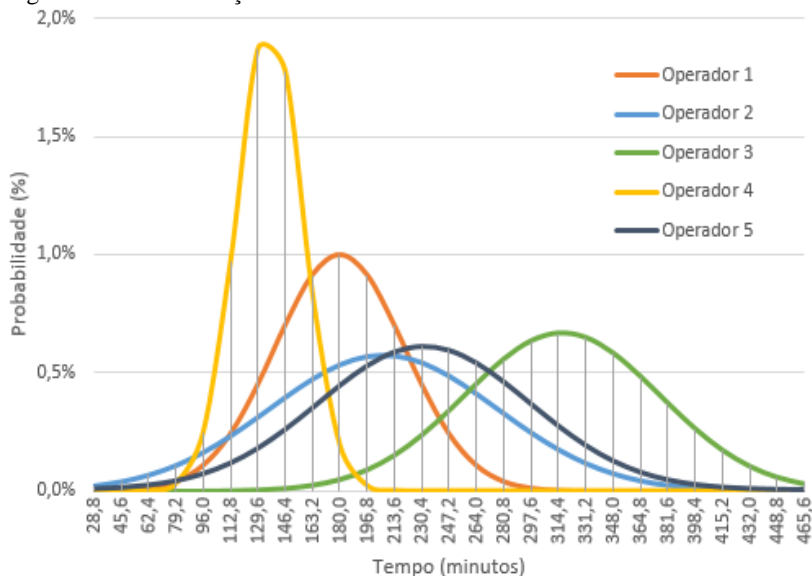
Tabela 17 - Resultados da aplicação da estimativa de três pontos para a análise do evento 5. Todos os valores e tempo apresentados são em minutos decimais.

OPERADORES	1	2	3	4	5
Tempo Otimista	60	60	120	60	90
Tempo M. Provável	180	150	300	120	180
Tempo Pessimista	300	480	480	180	480
Tempo Mínimo	100,00	50,00	180,00	80,00	85,00
Tempo Pert	180,00	190,00	300,00	120,00	215,00
Tempo Máximo	260,00	330,00	420,00	160,00	345,00
Desvio Padrão	40,00	70,00	60,00	20,00	65,00

Fonte: Elaborada pelo autor (2018).

Em seguida, foi construída a curva Normal através dos dados levantados na entrevista, conforme apresentado na Figura 13.

Figura 13 – Reconstrução da curva normal do Evento 5 analisado no caso real.



Fonte: Elaborada pelo autor (2018).

Neste caso, novamente através de uma análise conjunta com o gestor da área, decidiu-se utilizar o Operador 5 como padrão. A análise feita determinou que o Operador 5 é mais experiente na execução do Evento 5. Além disso, sua curva probabilística é a que apresenta o valor mais mediano dentre todos os operadores. Por isso, o gestor optou pela escolha deste operador.

Fazendo a análise gráfica da Figura 13, mais uma vez há operadores com uma melhor distribuição probabilística. Mas de novo, através da análise da atividade, o Operador 5 é o mais experiente para a execução da tarefa em questão e isto, novamente, aparece graficamente, sendo que este é o operador que representa um dos maiores desvios padrão.

Assim sendo, o Tempo Padrão para o Evento 5 foi fixado em 215,00 minutos.

5.4 DETERMINAÇÃO DA MOD PARA CASO REAL

Com a determinação dos tempos padrão dos eventos que compõem esta atividade, consegue-se determinar quais os custos de MOD envolvidos neste projeto. Deve-se lembrar que o valor HH relacionado é fruto de um exemplo retirado de Tobias (2007). A Tabela 18 mostra todos os tempos apurados.

Tabela 18 - Apuração de todos os tempos padrão para a atividade analisada.

Evento	Tempo estimado (min)	Método utilizado	Tempo padrão (min)
1	1	Cronoanálise	0,70
2	5	Cronoanálise	3,33
3	60	Três pontos	80,83
4	1,5	Cronoanálise	1,95
5	100	Três pontos	215,00
6	20	Cronoanálise	12,82
TOTAL	-	-	314,63

Fonte: Elaborada pelo autor (2018).

Com isso, a partir da aplicação dos métodos relacionados neste trabalho e a partir das avaliações feitas em conjunto, tanto do cronoanalista, como do supervisor da área, chega-se a um tempo de atividade para se instalar um medidor de energia de 314,63 minutos.

Com a Equação (1), descrita na seção 2, determina-se o valor da MOD de cada evento. Os resultados são mostrados na Figura 19

Tabela 19 - Cálculo da MOD para todos os eventos relacionados para a atividade analisada.

Evento	Tempo padrão (min)	Valor HH	MOD do evento (\$)
1	0,70	18,93	0,22
2	3,33	18,93	1,05
3	80,83	18,93	25,50
4	1,95	18,93	0,62
5	215,00	18,93	67,83
6	12,82	18,93	4,04
TOTAL	314,63	18,93	\$99,27

Fonte: Elaborada pelo autor (2018).

Portanto, com base nos estudo e metodologias desenvolvidas neste trabalho para a realização da atividade analisada, o custo da mão de obra direta para a realização da atividade será de \$99,27. O resultado desta análise através do SimPV está contido no Apêndice C.

6 CONCLUSÃO

Conforme as metodologias desenvolvidas juntamente com a FUNCOGE e os conhecimentos desenvolvidos neste trabalho, conseguiu-se criar um sistema que apresenta da maneira mais clara e objetiva possível todos os dados levantados. Além disso, para os trabalhos que necessitam o acompanhamento de pessoal em campo, particularmente a cronoanálise, foi possível encontrar uma solução com o uso de um *software* que disponibiliza flexibilidade suficiente para que o mesmo possa ser instalado em um *tablet* ou *smartphone*, o que confere uma grande facilidade de adaptação.

Para a aplicação do método dos Três Pontos, foi necessário desenvolver um sistema que possibilita recriar a curva normal com as probabilidades distribuídas dentro das tolerâncias definidas.

Para a determinação da mão de obra direta, a solução novamente foi a utilização de um *software* que está disponível para qualquer sistema da plataforma *Android*. Além disso, o SimPV também conta com as opções de adicionar os custos com ferramentas, taxas administrativas, impostos e margem de lucro, sendo possível criar todo um coletor de custos para se determinar o preço final de um produto/serviço.

A partir dos procedimentos desenvolvidos e tendo em vista a versatilidade e a possibilidade de haver uma exploração mais ampla dos *softwares* utilizados, seria pertinente que, em outra ocasião, seja definitivamente utilizado um processo real de uma empresa, com a determinação dos tempos padrão, custo de HH e a adição da mão de obra indireta, para que se consiga obter um resultado mais próximo da realidade possível.

Em resumo, foi possível desenvolver sistemas que consigam ser estáveis e robustos o suficiente para se conseguir determinar o custo de mão de obra direta para qualquer tipo de serviço/produto, necessitando que haja um cronoanalista bem treinado e que a equipe a ser analisada possua a experiência suficiente para conseguir desmembrar o processo de uma maneira coerente, de forma que a metodologia possa ser aplicável com sucesso.

Corroborando com a aplicabilidade da metodologia desenvolvida, a análise de um caso real realizada no contexto de uma empresa do setor elétrico, onde todos os passos da metodologia foram seguidos, o resultado obtido foi apresentado e aprovado pelo gestor da área analisada.

Uma sugestão para trabalhos futuros é a análise dos dados levantados com o objetivo de se diminuir o custo relacionado à realização da atividade examinada, uma vez que os eventos relacionados apresentam

complexidades diferentes, sendo que, em alguns destes eventos, pode-se utilizar uma mão de obra mais barata para realizá-los. Outra frente que pode ser investigada futuramente é a exploração e determinação dos empecilhos que fazem com que a atividade analisada na empresa venha a ter 314,63 minutos, propondo mudanças na abordagem da atividade ou utilização de *softwares* diferenciados, com a finalidade de se diminuir o tempo de realização da atividade em questão.

REFERÊNCIAS

(PMI), Project Management Institute (Org.). **Guia PMBOK: Guia PMBOK**. 6. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

(SEBRAE), Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Minas Gerais (Org.). **Como Elaborar o Preço de Venda**. 2. Ed. – Belo horizonte, 2013.

ANIS, G. C. **A Importância dos Estudos de Tempos e Métodos para Controle da Produtividade e Qualidade**. Disponível em: <<https://www.polimeroseprocessos.com/imagens/tempometodos.pdf>> Acesso em: 26 de Out de 2018.

BARNES, R. M.. **Estudo de Movimentos e de Tempos, projeto e medida do trabalho**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1977.

Bitencourt, Mayra Batista and Teixeira, Erly Cardoso **Impactos dos encargos sociais na economia brasileira**. *Nova econ.*, 2008, vol.18, no.1, p.53-86. ISSN 0103-6351

BOMFIM, Eunir de Amorim; PASSARELLI, João. **Custos e formação de preços**. 7ª ed.- São Paulo:IOB,2011.

CURY, Pedro Henrique Araújo; SARAIVA, José. **Time and motion study applied to a production line of organic lenses in Manaus Industrial Hub**. Gest. Prod., São Carlos, 2018 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2018005012107&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 07 Nov. 2018.

JORGE, Mário. **Provisão de férias – Cálculos e contabilizações**. 2010. Disponível em: <<http://profmariojorge.com.br/sala-de-aula/provisao-de-ferias-calculos-e-contabilizacoes/>> Acesso em: 08 de Novembro de 2018.

JÚNIOR, Miguel da Rocha Marques. **Sistema de Apropriação de Custos Industriais e Formação de Preço de Venda com Ênfase À Produtividade**. In: IX Congresso Brasileiro de Custos. São Paulo, Out. 2002. Disponível em: <<https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/download/2745/2745>> Acesso em 24 de Out. de 2018.

KROETZ, Cesar Eduardo. **Apostila de Contabilidade de Custos I**. Ijuí: Unijuí, 2001.

LINS, Luiz S. **Gestão Empresarial com ênfase em Custos. Uma abordagem Prática**. São Paulo, Thomson, 2005.

MENEZES, H. F. **Estudo de caso sobre a implantação da cronoanálise na Silkgraf-ME**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Produção) – Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga. São Paulo, 2010.

MONTES, Eduardo. **Introdução ao Gerenciamento de Projetos**, 1ª Ed. São Paulo; 2017.

PADOVEZE, Clóvis Luís. **Sistema de Informações Contábeis – fundamentos e análise**. São Paulo: Atlas, 1998.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Adminitração da produção (Operações Industriais e de serviços)**. Curitiba: UnicenP, 2007.

ROCHA, Wellington. **Custo de mão de obra e encargos sociais**. Cad. estud., São Paulo , n. 6, p. 01-26, Out. 1992.

SANTOS, Rodrigo Ruas. **A utilização da rede PERT do projeto para elaboração do cronograma e da rede de atividades** – Revista Especialize On-line IPOG - Goiânia - 8ª Edição Disponível em: < <https://www.ipog.edu.br/revista-especialize-online/edicao-n8-2014/a-utilizacao-da-rede-pert-do-projeto-para-elaboracao-do-cronograma-e-da-rede-de-atividades/>> Acesso em 27 de out de 2018.

STONNER, Rodolfo. **O conceito de PERT-estatístico: desvio-padrão** Disponível em: < <http://blogtek.com.br/o-conceito-de-pert-estatistico-desvio-padrao/>>. Acessado em 30 Out. de 2018.

TOBIAS, Afonso. **Como calcular o custo de mão de obra**. Disponível em: < <http://www.cavalcanteassociados.com.br/files/obra.xls>>. Acessado 06 de Novembro de 2018.

APÊNDICE A – Relatório Resultante da Cronoanálise Através do *Software CHRONO Analyzer* Para o Exemplo Proposto

Tabela 20 - Relatório gerado pelo *CHRONO Analyzer* para o evento Preparar local de trabalho.

1 - Preparar local de trabalho								
Tipo de Evento: Operação						Distância: 0		
Tipo de Tempo: humano + máquina						Humanos: 1		
Quantidade (itens, peças, etc.) por tomada de tempo: 1						Máquinas: 1		
Tempo mínimo = 00:03:55,942						Tempo Médio = 00:04:01,124		
Tempo máximo = 00:04:06,963						Ritmo = 100 %		
Amplitude = 00:00:11,021						Tempo Normal = 00:04:01,124		
Desvio Padrão = 00:00:03,996						Tolerância = 19 %		
Tempos Levantados = 5						Tempo Padrão = 00:04:46,937		
Tempos Válidos = 5						Tempos Válidos Necessários = 1		
Tomada de Tempo	Tempo Evento (hh:mm:ss)	Tempo Processo (hh:mm:ss)	Executor	Ritmo	Local	Tolerância	Data	Hora
1	00:04:02,138	00:04:02,138	Funcionário padrão	100	Local padrão	19	28/10/2018	12:06 - PM
2	00:03:55,942	00:03:55,942	Funcionário padrão	100	Local padrão	19	28/10/2018	12:10 - PM
3	00:04:06,963	00:04:06,963	Funcionário padrão	100	Local padrão	19	28/10/2018	12:14 - PM
4	00:03:59,781	00:03:59,781	Funcionário padrão	100	Local padrão	19	28/10/2018	12:18 - PM
5	00:04:00,796	00:04:00,796	Funcionário padrão	100	Local padrão	19	28/10/2018	12:22 - PM

Figura 14 - Histograma gerado pelo *CHRONO Analyzer* para o evento Preparar local de trabalho.

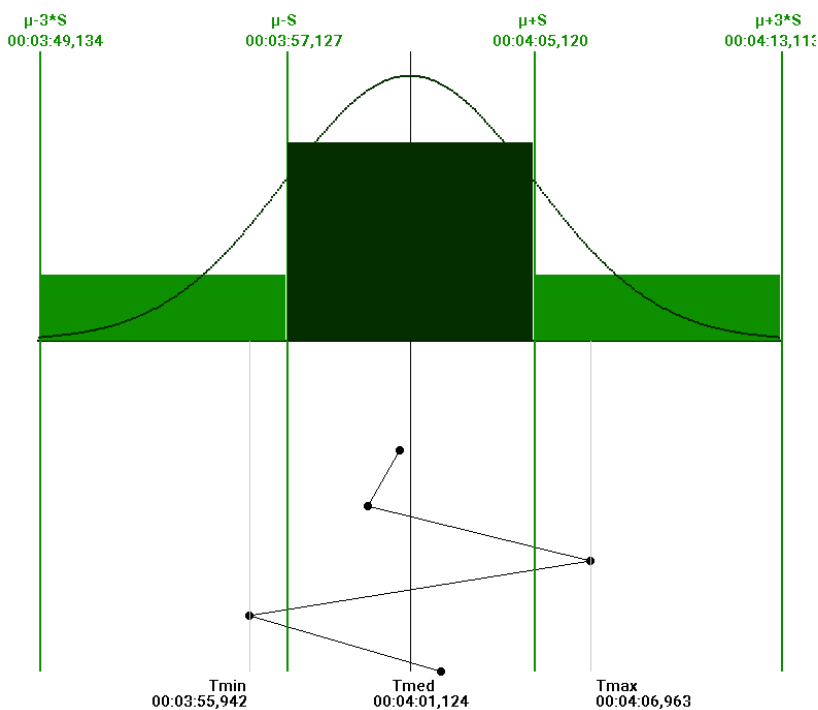


Tabela 21 - Relatório gerado pelo *CHRONO Analyzer* para o evento Fixar o medidor.

2 - Fixar o medidor								
Tipo de Evento: Operação						Distância: 0		
Tipo de Tempo: humano + máquina						Humanos: 1		
Quantidade (itens, peças, etc.) por tomada de tempo: 1						Máquinas: 1		
Tempo mínimo = 00:01:57,479						Tempo Médio = 00:02:01,139		
Tempo máximo = 00:02:06,642						Ritmo = 100 %		
Amplitude = 00:00:09,163						Tempo Normal = 00:02:01,139		
Desvio Padrão = 00:00:03,738						Tolerância = 19 %		
Tempos Levantados = 5			Tempos Válidos = 5			Tempo Normal = 00:02:24,156		
						Tempos Válidos Necessários = 2		
Tomada de Tempo	Tempo Evento (hh:mm:ss)	Tempo Processo (hh:mm:ss)	Executor	Ritmo	Local	Tolerância	Data	Hora
1	00:01:58,312	00:01:58,312	Funcionário padrão	100	Local padrão	19	28/10/2018	12:25 - PM
2	00:02:03,003	00:02:03,003	Funcionário padrão	100	Local padrão	19	28/10/2018	12:27 - PM
3	00:02:00,262	00:02:00,262	Funcionário padrão	100	Local padrão	19	28/10/2018	12:29 - PM
4	00:02:06,642	00:02:06,642	Funcionário padrão	100	Local padrão	19	28/10/2018	12:31 - PM
5	00:01:57,479	00:01:57,479	Funcionário padrão	100	Local padrão	19	28/10/2018	12:33 - PM

Figura 15 - Histograma Gerado pelo *CHRONO Analyzer* para o Evento Fixar o Medidor.

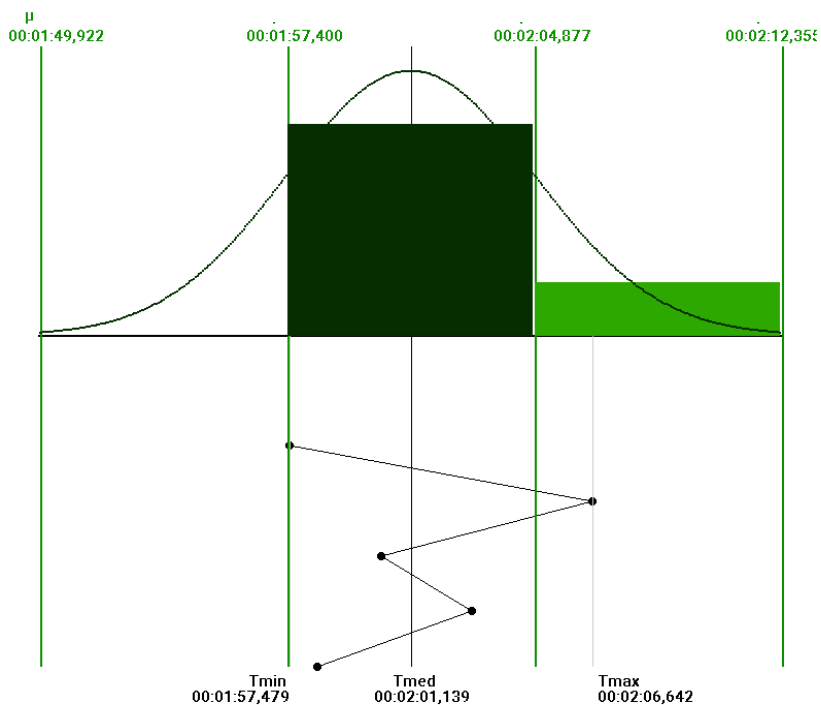


Tabela 22 - Relatório gerado pelo *CHRONO Analyzer* para o evento Conexão e selamento do medidor.

3 - Conexão e selamento do medidor								
Tipo de Evento: Operação						Distância: 0		
Tipo de Tempo: humano + máquina						Humanos: 1		
Quantidade (itens, peças, etc.) por tomada de tempo: 1						Máquinas: 1		
Tempo mínimo = 00:03:21,666						Tempo Médio = 00:03:25,902		
Tempo máximo = 00:03:29,643						Ritmo = 100 %		
Amplitude = 00:00:07,977						Tempo Normal = 00:03:25,902		
Desvio Padrão = 00:00:03,181						Tolerância = 19 %		
Tempos Levantados = 5						Tempo Padrão = 00:04:05,024		
Tempos Válidos = 5						Tempos Válidos Necessários = 1		
Tomada de Tempo	Tempo Evento (hh:mm:ss)	Tempo Processo (hh:mm:ss)	Executor	Ritmo	Local	Tolerância	Data	Hora
1	00:03:21,666	00:03:21,666	Funcionário padrão	100	Local padrão	19	28/10/2018	1:13 - PM
2	00:03:28,443	00:03:28,443	Funcionário padrão	100	Local padrão	19	28/10/2018	1:16 - PM
3	00:03:24,828	00:03:24,828	Funcionário padrão	100	Local padrão	19	28/10/2018	1:19 - PM
4	00:03:29,643	00:03:29,643	Funcionário padrão	100	Local padrão	19	28/10/2018	1:23 - PM
5	00:03:24,934	00:03:24,934	Funcionário padrão	100	Local padrão	19	28/10/2018	1:26 - PM

Figura 16 - Histograma gerado pelo *CHRONO Analyzer* para o evento Conexão e selamento do medidor.

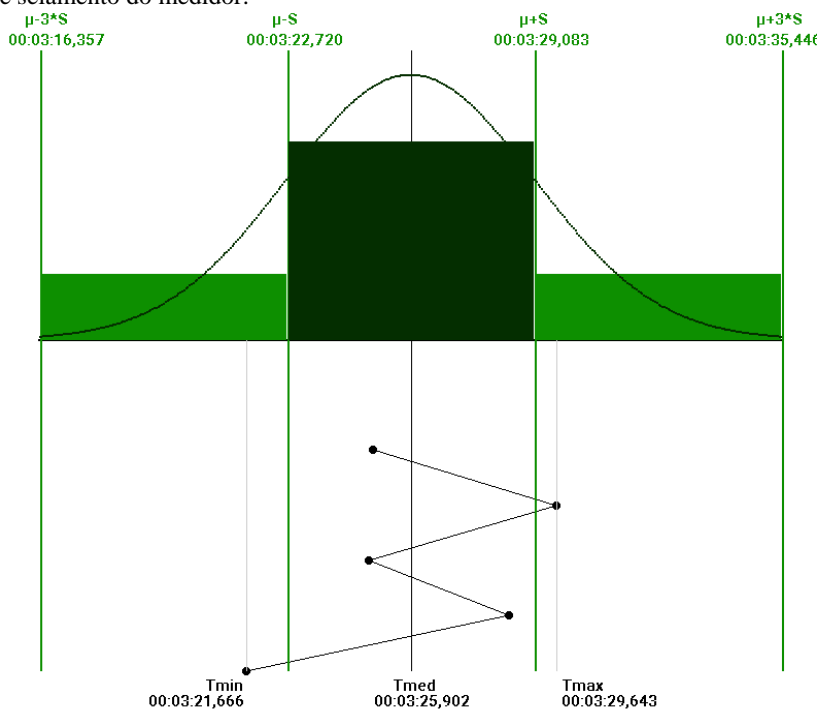
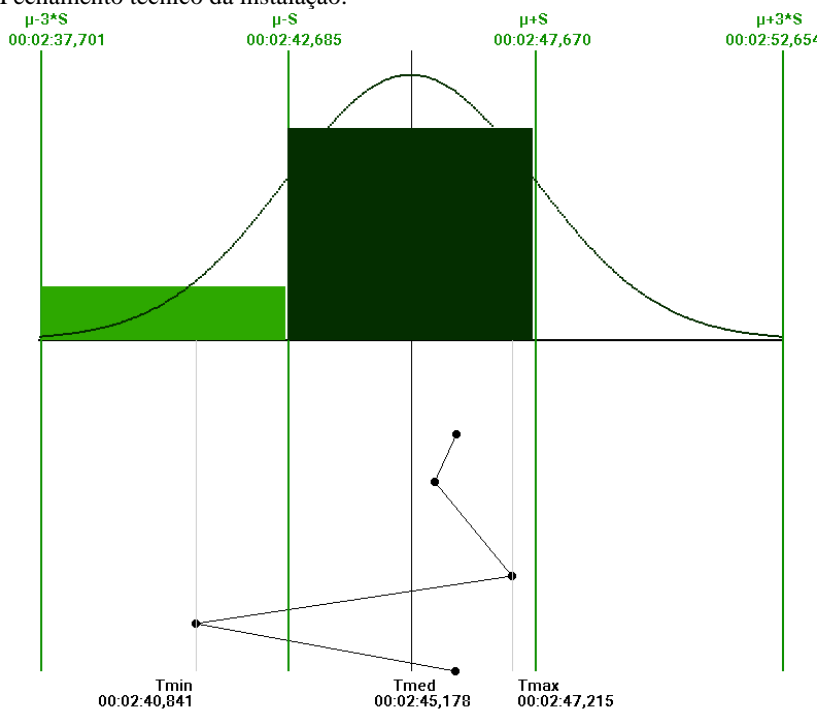


Tabela 23 - Relatório gerado pelo *CHRONO Analyzer* para o evento Fechamento técnico da instalação.

4 - Fechamento técnico da instalação								
Tipo de Evento: Operação						Distância: 0		
Tipo de Tempo: humano + máquina						Humanos: 1		
Quantidade (itens, peças, etc.) por tomada de tempo: 1						Máquinas: 1		
Tempo mínimo = 00:02:40,841						Tempo Médio = 00:02:45,178		
Tempo máximo = 00:02:47,215						Ritmo = 100 %		
Amplitude = 00:00:06,374						Tempo Normal = 00:02:45,178		
Desvio Padrão = 00:00:02,492						Tolerância = 19 %		
Tempos Levantados = 6						Tempo Padrão = 00:03:16,562		
Tempos Válidos = 5						Tempos Válidos Necessários = 1		
Tomada de Tempo	Tempo Evento (hh:mm:ss)	Tempo Processo (hh:mm:ss)	Executor	Ritmo	Local	Tolerância	Data	Hora
1	00:02:46,073	00:02:46,073	Funcionário padrão	100	Local padrão	19	28/10/2018	1:27 - PM
2	00:02:40,841	00:02:40,841	Funcionário padrão	100	Local padrão	19	28/10/2018	1:29 - PM
3	00:02:47,215	00:02:47,215	Funcionário padrão	100	Local padrão	19	28/10/2018	1:32 - PM
4	__ : __ : __ , __	__ : __ : __ , __	Funcionário padrão	100	Local padrão	19	28/10/2018	1:32 - PM
5	00:02:45,666	00:02:45,666	Funcionário padrão	100	Local padrão	19	28/10/2018	1:38 - PM
6	00:02:46,098	00:02:46,098	Funcionário padrão	100	Local padrão	19	28/10/2018	1:42 - PM

Figura 17 - Histograma gerado pelo *CHRONO Analyzer* para o evento Fechamento técnico da instalação.



APÊNDICE B – Relatório Resultante da Cronoanálise Através do *Software CHRONO Analyzer* Para o Caso Real Analisado

Tabela 24 - Relatório gerado pelo *CHRONO Analyzer* para o Evento 1.

Evento 1								
Tipo de Evento: Operação					Distância: 0			
Tipo de Tempo: humano + máquina					Humanos: 1			
Quantidade (itens, peças, etc.) por tomada de tempo: 1					Máquinas: 1			
Tempo mínimo = 00:00:34,583					Tempo Médio = 00:00:36,430			
Tempo máximo = 00:00:39,619					Ritmo = 100 %			
Amplitude = 00:00:05,036					Tempo Normal = 00:00:36,430			
Desvio Padrão = 00:00:01,952					Tolerância = 15 %			
Tempos Levantados = 6					Tempos Válidos = 5			
					Tempos Válidos Necessários = 5			
Tomada de Tempo	Tempo Evento (hh:mm:ss)	Tempo Processo (hh:mm:ss)	Executor	Ritmo	Local	Tolerância	Data	Hora
1	__ : __ : __ , __	__ : __ : __ , __	xxx	100	xxx	15	xxx	xxx
2	00:00:39,619	00:00:39,619	xxx	100	xxx	15	xxx	xxx
3	00:00:35,415	00:00:35,415	xxx	100	xxx	15	xxx	xxx
4	00:00:35,728	00:00:35,728	xxx	100	xxx	15	xxx	xxx
5	00:00:34,583	00:00:34,583	xxx	100	xxx	15	xxx	xxx
6	00:00:36,808	00:00:36,808	xxx	100	xxx	15	xxx	xxx

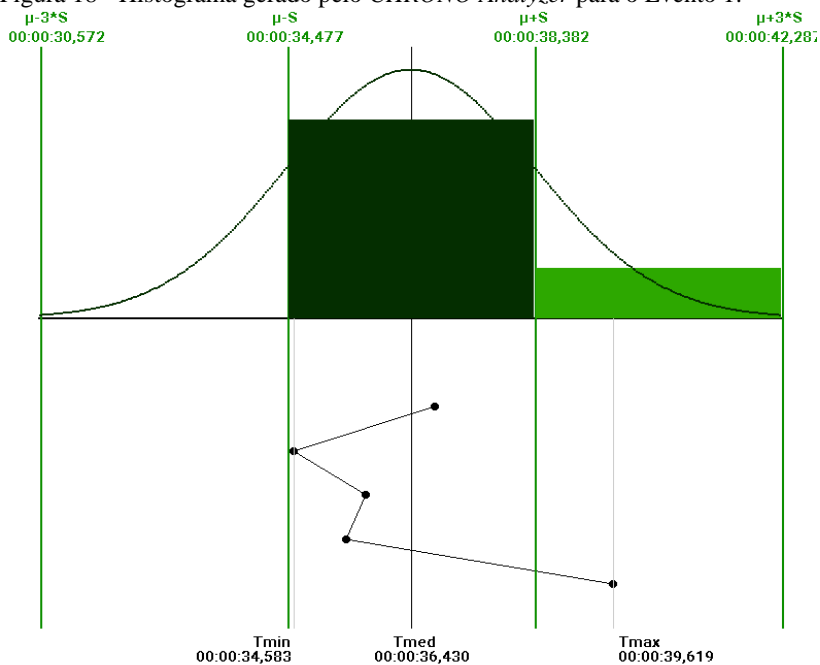
Figura 18 - Histograma gerado pelo *CHRONO Analyzer* para o Evento 1.

Tabela 25 - Relatório gerado pelo *CHRONO Analyzer* para o Evento 2.

Evento 2								
Tipo de Evento: Operação						Distância: 0		
Tipo de Tempo: humano + máquina						Humanos: 1		
Quantidade (itens, peças, etc.) por tomada de tempo: 1						Máquinas: 1		
Tempo mínimo = 00:02:49,726						Tempo Médio = 00:02:53,735		
Tempo máximo = 00:03:05,022						Ritmo = 100 %		
Amplitude = 00:00:15,296						Tempo Normal = 00:02:53,735		
Desvio Padrão = 00:00:06,365						Tolerância = 15 %		
Tempos Levantados = 6			Tempos Válidos = 5			Tempo Padrão = 00:03:19,795		
						Tempos Válidos Necessários = 3		
Tomada de Tempo	Tempo Evento (hh:mm:ss)	Tempo Processo (hh:mm:ss)	Executor	Ritmo	Local	Tolerância	Data	Hora
1	00:02:49,726	00:02:49,726	xxx	100	Xxx	15	xxx	xxx
2	__ : __ : __ , __	__ : __ : __ , __	xxx	100	xxx	15	xxx	xxx
3	00:03:05,022	00:03:05,022	xxx	100	Xxx	15	xxx	xxx
4	00:02:50,571	00:02:50,571	xxx	100	xxx	15	xxx	xxx
5	00:02:51,958	00:02:51,958	xxx	100	xxx	15	xxx	xxx
6	00:02:51,399	00:02:51,399	xxx	100	xxx	15	xxx	xxx

Figura 19 - Histograma gerado pelo *CHRONO Analyzer* para o Evento 2.

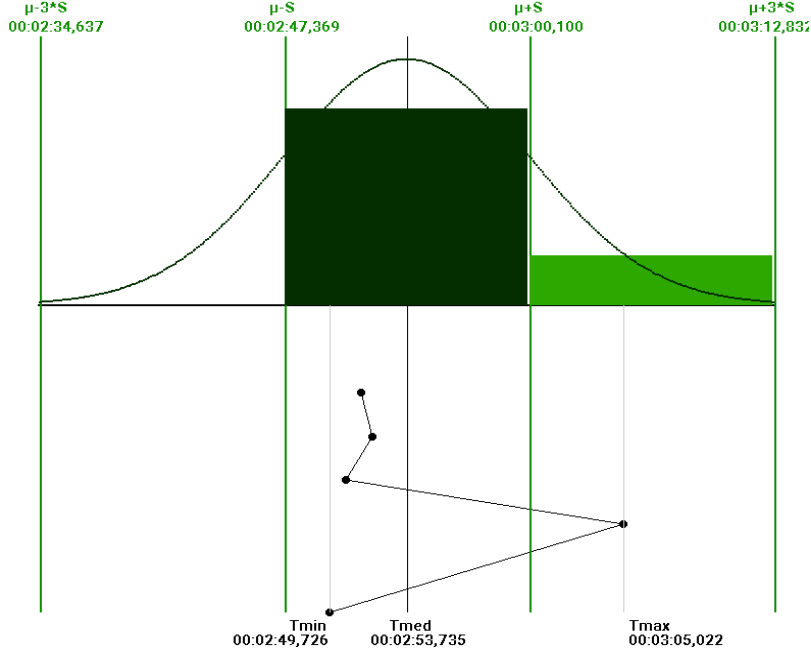


Tabela 26 - Relatório gerado pelo *CHRONO Analyzer* para o Evento 4.

Evento 4								
Tipo de Evento: Operação						Distância: 0		
Tipo de Tempo: humano + máquina						Humanos: 1		
Quantidade (itens, peças, etc.) por tomada de tempo: 1						Máquinas: 1		
Tempo mínimo = 00:01:37,736						Tempo Médio = 00:01:41,719		
Tempo máximo = 00:01:44,962						Ritmo = 100 %		
Amplitude = 00:00:07,226						Tempo Normal = 00:01:41,719		
Desvio Padrão = 00:00:02,711						Tolerância = 15 %		
Tempos Levantados = 5			Tempos Válidos = 5			Tempo Padrão = 00:01:56,977		
						Tempos Válidos Necessários = 2		
Tomada de Tempo	Tempo Evento (hh:mm:ss)	Tempo Processo (hh:mm:ss)	Executor	Ritmo	Local	Tolerância	Data	Hora
1	00:01:37,736	00:01:37,736	xxx	100	xxx	15	xxx	xxx
2	00:01:44,962	00:01:44,962	xxx	100	xxx	15	xxx	xxx
3	00:01:43,161	00:01:43,161	xxx	100	xxx	15	xxx	xxx
4	00:01:41,967	00:01:41,967	xxx	100	xxx	15	xxx	xxx
5	00:01:40,773	00:01:40,773	xxx	100	xxx	15	xxx	xxx

Figura 20 - Histograma gerado pelo *CHRONO Analyzer* para o Evento 4.

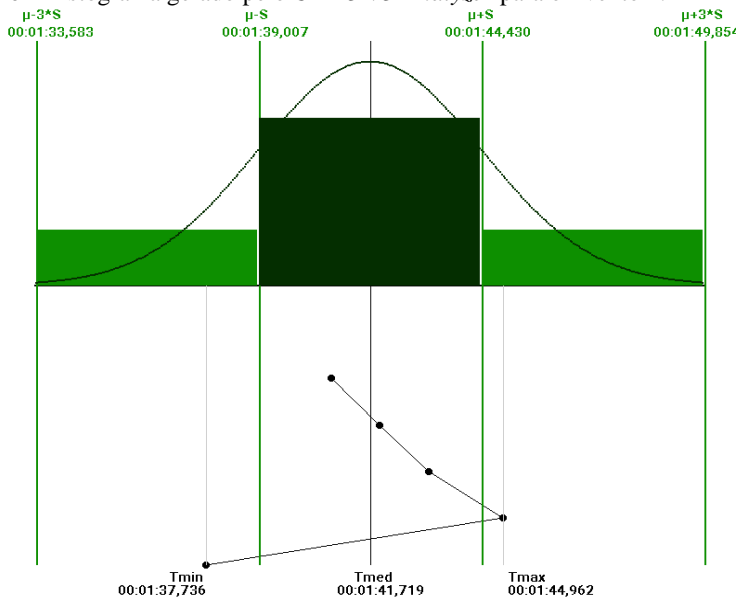
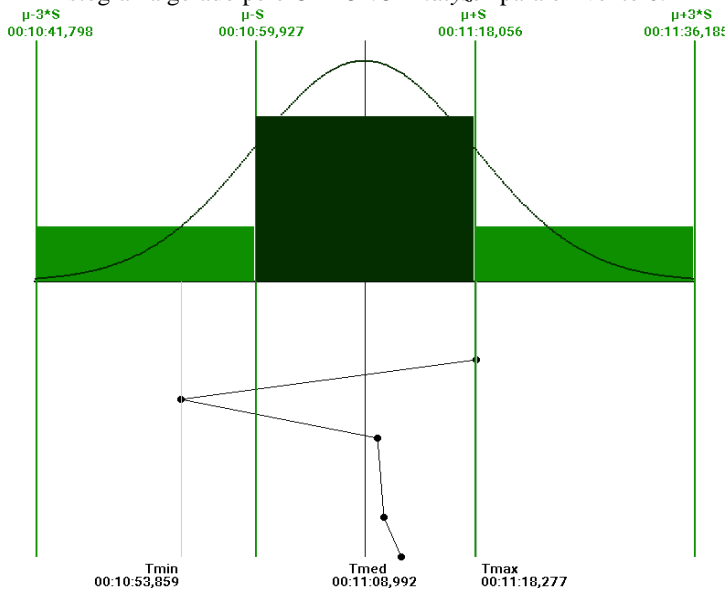


Tabela 27 - Relatório gerado pelo *CHRONO Analyzer* para o Evento 6.

Evento 6								
Tipo de Evento: Operação						Distância: 0		
Tipo de Tempo: humano + máquina						Humanos: 1		
Quantidade (itens, peças, etc.) por tomada de tempo: 1						Máquinas: 1		
Tempo mínimo = 00:10:53,859						Tempo Médio = 00:11:08,992		
Tempo máximo = 00:11:18,277						Ritmo = 100 %		
Amplitude = 00:00:24,418						Tempo Normal = 00:11:08,992		
Desvio Padrão = 00:00:09,064						Tolerância = 15 %		
Tempos Levantados = 6						Tempo Padrão = 00:12:49,340		
Tempos Válidos = 5						Tempos Válidos Necessários = 1		
Tomada de Tempo	Tempo Evento (hh:mm:ss)	Tempo Processo (hh:mm:ss)	Executor	Ritmo	Local	Tolerância	Data	Hora
1	00:11:12,065	00:11:12,065	xxx	100	xxx	15	xxx	xxx
2	00:11:10,649	00:11:10,649	xxx	100	xxx	15	xxx	xxx
3	__ : __ : __ , __	__ : __ : __ , __	xxx	100	xxx	15	xxx	xxx
4	00:11:10,111	00:11:10,111	xxx	100	xxx	15	xxx	xxx
5	00:10:53,859	00:10:53,859	xxx	100	xxx	15	xxx	xxx
6	00:11:18,277	00:11:18,277	xxx	100	xxx	15	xxx	xxx

Figura 21 - Histograma gerado pelo *CHRONO Analyzer* para o Evento 6.



APÊNDICE C – Configuração e Resultado do *Software* SimPV

Figura 22 - Inserção de atividade no SimPV.

Alteração

EXCLUIR

CANCELAR

SALVAR

Nome da Operação/Atividade

Evento 1

Informar

☒ Tempo para produzir uma unidade

Centesimal minutos, segundos

☐ Quantidade produzida por hora

0,70

Taxa/Custo Hora do Centro de Custos

18,83

Figura 23 - Atividades introduzidas no SimPV.

Mão de Obra		Total 99,26
Evento 1	0,70 * 18,83 = 0,22	
Evento 2	3,33 * 18,93 = 1,05	
Evento 3	80,83 * 18,93 = 25,50	
Evento 4	1,95 * 18,93 = 0,62	
Evento 5	215,00 * 18,93 = 67,83	
Evento 6	12,82 * 18,93 = 4,04	

Figura 25 - Visão geral do SimPV configurado.



Figura 24 - Relatório apresentado pelo Software Sim PV.

